

# НОМЕНКЛАТУРНЫЙ КАТАЛОГ







Таганрогский котлостроительный завод «Красный котельщик» (ТКЗ) – одна из ведущих компаний отечественного котлостроения, имеющая международный опыт и компетенции в области проектирования, изготовления и комплексной поставки оборудования для тепловых, атомных, газотурбинных электростанций и различных отраслей промышленности.

- ✓ Более **120 лет** на рынке энергомашиностроения.
- ✓ **Тысячи** зарубежных и отечественных **референций**.
- ✓ **Опыт двух** отечественных **школ котлостроения** – таганрогской и барнаульской.
- ✓ **Сертификаты** международного стандарта **ISO 9001** и **ASME** (Американского общества инженеров-механиков).

## В 30 СТРАНАХ МИРА

работает оборудование, произведенное на «Красном котельщике».



## 60% КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



поставлено на станции России и СНГ.

## 80% ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ



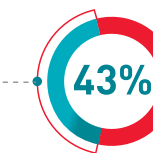
введено в эксплуатацию на объектах ближнего зарубежья и России.

## 60% КОТЛОАГРЕГАТОВ



произведено для российских угольных станций.

## 43% КОТЛОВ-УТИЛИЗАТОРОВ



установлено в составе ПГУ.

# СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

## ПРОИЗВОДСТВО

**Год основания:** 1896.

**Производственная площадь:** 236 000 м<sup>2</sup>.

**Производственные мощности:**  
до 40 тысяч тонн в год.

**Продуктовая линейка:**

- котлы на органическом топливе (газ, мазут, твердое топливо – уголь, угольная смесь);
- теплообменное и вспомогательное оборудование (ПНД, ПВД, барабаны, деаэраторы);
- котлы-утилизаторы для ПГУ (2-х давлений, 3-х давлений с промежуточным перегревом);
- трубная арматура, элементы магистральных газопроводов (тройники, отводы).

## ИНЖИНИРИНГ

**Таганрогский проектно-конструкторский центр.**

Проектирование паровых котлов большой и средней мощности, теплообменного оборудования для ТЭС и АЭС, оборудования ХВО, энергоарматуры, энергозапчастей. Услуги по пуску, наладке и диагностике. Проведение научно-исследовательских работ, технологических и экспериментальных разработок.

**Барнаульский филиал.**

Проектирование КУ, паровых и водогрейных котлов как для нового строительства, так и для расширения и технического перевооружения существующих объектов. Авторский надзор при монтаже и режимной наладке КУ.



**Деаэратор без деаэрационной колонки – первый в истории «Красного котельщика».**

**Габариты:** длина – 32 м, диаметр – 5 м, объем – 400 м<sup>3</sup>. Конструктивная особенность оборудования уменьшает затраты на его монтаж и прием в эксплуатацию. Отгрузка осуществляется в собранном виде.

# КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ

**«Красный котельщик» выполняет полный комплекс работ, включающий:**

- проектирование, производство и комплектацию оборудования;
- транспортировку и складирование;
- монтаж и пусконаладочные работы;
- модернизацию и реконструкцию оборудования;
- автоматизацию основного и вспомогательного оборудования;
- сервис в гарантийный и послегарантийный период;
- приемочные и гарантийные испытания, ввод в эксплуатацию;
- обучение персонала заказчика.





## КЛЮЧЕВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ ИНЖИНИРИНГА И ПРОИЗВОДСТВА:

### ТВЕРДОТОПЛИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Пылеугольная до/сверхкритическая.
- ЦКС (совместно с иностранными партнерами).

### ТРУБОПРОВОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Соединительные детали трубопроводов.

### ПАРОГАЗОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- ПГУ с дожиганием и без.
- ПГУ со сбросом.

### ГАЗОМАЗУТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Газомазутная до/сверхкритическая.
- Сжигание металлургических газов.

### БИОМАССОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Пеллеты, шелуха, солома, отходы деревообработки.

### ТЕПЛООБМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Теплообменное оборудование для ТЭС и АЭС.
- Оборудование химводоочистки.

## СЕРВИСНЫЕ РЕШЕНИЯ

**Все виды сервисных услуг — от единичных ремонтов до долгосрочных соглашений на оказание сервисных услуг.**

- ✓ **От 2 до 25 лет** сроки действия сервисных пакетов.
- ✓ **Объекты модернизации:** котлы, АСУ, программные продукты.



### Преимущества:

- снижение эксплуатационных издержек;
- повышение надежности, безопасности и эффективности оборудования;
- продление срока эксплуатации оборудования.

### СОСТАВЛЯЮЩИЕ СЕРВИСНЫХ ПАКЕТОВ

- 1 Реконструкция.**  
Значительное повышение проектных параметров с заменой всех основных узлов и механизмов.
- 2 Планово-предупредительные и аварийные ремонты.**
- 3 Модернизация.**  
Повышение параметров оборудования сверх проектных показателей с заменой части основных узлов и механизмов.
- 4 Послегарантийное обслуживание.**
- 5 Реновация.**  
Приведение параметров оборудования к проектному уровню.

### ФОРМЫ СЕРВИСНЫХ ПАКЕТОВ



Технические консультации.



Шеф-инженерное сопровождение.



Регулярные технические обследования, контроль и диагностика оборудования.



Оперативное обеспечение запчастями.



Капитальные и текущие ремонты.



Модернизация оборудования.

<b>1. Энергетические котлы для тепловых электрических станций</b>	<b>9</b>
1.1 Котлы паровые прямоточные	9
1.1.1 Котлы паровые прямоточные производительностью 1000 т/ч	10
1.1.2 Котлы паровые прямоточные производительностью 2650 т/ч	13
1.1.3 Котлы паровые прямоточные производительностью 3950 т/ч	16
1.2 Котлы паровые барабанные	17
1.2.1 Паровые котлы производительностью до 160 т/ч	18
1.2.2 Паровые котлы производительностью 160 т/ч	21
1.2.3 Паровые котлы производительностью 220-250 т/ч	23
1.2.4 Паровые котлы производительностью 300 т/ч	24
1.2.5 Паровые котлы производительностью 400 т/ч	24
1.2.6 Паровые котлы производительностью 420 т/ч	25
1.2.7 Паровые котлы производительностью 500 т/ч	26
1.2.8 Паровые котлы производительностью 630 т/ч	28
1.2.9 Паровые котлы производительностью 670 т/ч	29
1.2.10 Паровые котлы производительностью 920 т/ч	33
<b>2. Котлы-утилизаторы для парогазовых установок</b>	<b>34</b>
2.1 Изготовленные и поставленные водогрейные котлы-утилизаторы	35
2.1.1 Котел-утилизатор КУВ-46,4-130	35
2.1.2 Котел-утилизатор КУВ-38,1-185	35
2.1.3 Котел-утилизатор Е-20-0,7-170 (модели ЭМА-040-КУ, ЭМА-041-КУ)	36
2.1.4 Котел-утилизатор Е-22,9-3,9-310	37
2.1.5 Котел-утилизатор КВ-53-180 (модели ТКУ-8)	37
2.1.6 Котел-утилизатор КВ-14-132 (модели ТКУ-9)	38
2.1.7 Котел-утилизатор КВ-6,1/0,61-115 (модели ТКУ-12)	38
2.1.8 Котел-утилизатор КВ-25-150 (модели ТКУ-15)	39
2.2 Изготовленные и поставленные паровые котлы-утилизаторы	39
2.2.1 Котел-утилизатор К-60/3,9-350-585 (модели ТКУ-1)	39
2.2.2 Котел-утилизатор К-102/1,5-537-518 (модели ТКУ-4)	40
2.2.3 Котел-утилизатор К-10/0,9-80-440 (модели ТКУ-5)	40
2.2.4 Котел-утилизатор К-40/1,4-310-435 (модели ТКУ-6)	41
2.2.5 Котел-утилизатор К-35/3,0-284-461 (модели ТКУ-13)	41
2.2.6 Котел-утилизатор К-38/3,9-228-547 (модели ТКУ-14)	42
2.3 Котлы-утилизаторы, спроектированные по технологии компании NOOTER/ERIKSEN (США), поставленные и введенные в эксплуатацию	42
2.3.1 Котел-утилизатор паровой Е-65-4,0-440 (модели ЭМА-012-КУ, ЭМА-013-КУ, ЭМА-014-КУ, ЭМА-015-КУ, ЭМА-016-КУ, ЭМА-017-КУ)	45
2.3.2 Котел-утилизатор паровой Е-38,3/8,1-5,5/0,63-521/230 (модели ЭМА-021-КУ)	46
2.3.3 Котел-утилизатор паровой Е-57,5/12,0-7,4/0,6-520/280 (модели ЭМА-006-КУ)	47
2.3.4 Котел-утилизатор паровой Е-114/16-8,1/0,7-535/218-3,8вв (модели ЭМА-026-КУ, ЭМА-027-КУ)	47
2.3.5 Котел-утилизатор паровой Е-229/50,2-7,85/0,59-507/227 (модели ЭМА-010-КУ, ЭМА-011-КУ)	48
2.3.6 Котел-утилизатор паровой Е-236/41-9,3/1,5-512/298 (модели ЭМА-031-КУ)	49
2.3.7 Котел-утилизатор паровой Е-236/40,2-9,15/1,5-515/298-19,3вв (модели ЭМА-020-КУ)	50
2.3.8 Котел-утилизатор паровой Е-236/40,5-9,3/1,5-514/299-22,2вв (модели ЭМА-030-КУ)	51
2.3.9 Котел-утилизатор паровой Ед-227/50-10,6/1,64-515/291-15,1вв (модели ЭМА-019-КУ)	52
2.3.10 Котел-утилизатор паровой Еп-270/316/46-12,5/3,06/0,46-560/560/237 (модели ЭМА-007-КУ, ЭМА-008-КУ, ЭМА-009-КУ, ЭМА-018-КУ, ЭМА-029-КУ)	53
2.3.11 Котел-утилизатор паровой Еп-274/320/44,6-12,69/3,08/0,46-566/561/237 (модели ЭМА-034-КУ, ЭМА-035-КУ)	54
2.3.12 Котел-утилизатор паровой Еп-264/297/43-13,0/3,0/0,47-558/558/237-11,6вв (модели ЭМА-028-КУ)	55
2.4 Спроектированные в различной степени	56
2.4.1 Котел-утилизатор (модели ТКУ-10)	56
2.4.2 Котел-утилизатор К-48/1,4-350-485 (модели ТКУ-11)	56

<b>3. Узлы и детали паровых котлов</b>	<b>57</b>
3.1 Узлы котлов	57
3.1.1 Барабаны	57
3.1.2 Экраны топки	57
3.1.3 Водяные экономайзеры	58
3.1.4 Пароперегреватели	58
3.2 Топочные устройства	59
3.2.1 Горелки	59
3.2.2 Форсунки	61
3.2.3 Блок автоматизированной горелки котла (БАГК)	62
3.3 Воздухоподогреватели	62
3.3.1 Регенеративные вращающиеся воздухоподогреватели	62
3.3.2 Трубчатые воздухоподогреватели (ТВП)	63
3.3.3 Энергетические калориферы	63
3.4 Системы шлакоудаления	64
3.5 Котельно-вспомогательное оборудование	64
3.5.1 Дождевая заслонка дымовой трубы	64
3.5.2 Сепараторы растопочные выносные	65
3.5.3 Сепараторы периодической продувки	65
3.5.4 Сепараторы непрерывной продувки	65
3.5.5 Клапаны прямоугольные с ответными фланцами	65
3.6 Металлоконструкции	66
<b>4. Теплообменное оборудование</b>	<b>68</b>
4.1 Подогреватели высокого давления	68
4.1.1 Коллекторно-спиральные ПВД с поверхностью теплообмена из труб D32 мм	68
4.1.2 Коллекторно-спиральные ПВД с поверхностью теплообмена из труб D22 мм	69
4.1.3 ПВД камерные с поверхностью теплообмена из труб D16 мм	70
4.1.4 ПВД для АЭС камерного типа (вертикальное исполнение)	70
4.1.5 Охладители пара	70
4.2 Подогреватели низкого давления	71
4.3 Подогреватели сетевой воды	72
4.4 Испарители поверхностного типа и паропреобразователи	72
4.5 Вакуумный конденсатор турбины	73
4.6 Теплообменники водоводяные	73
4.7 Подогреватели пароводяные	74
4.8 Охладитель воды	74
<b>5. Водоподготовительное оборудование</b>	<b>75</b>
5.1 Фильтры	75
5.1.1 Фильтры ионитные параллельноточные 1-й ступени	75
5.1.2 Фильтры ионитные параллельноточные 2-й ступени	76
5.1.3 Фильтры осветлительные вертикальные	77
5.1.4 Фильтры сорбционные угольные	78
5.1.5 Фильтры ионитные смешанного действия	79
5.1.6 Фильтры-регенераторы для ФСД	80
5.1.7 Фильтры ионитные двухпоточно-противоточные	81
5.1.8 Фильтры ионитные противоточные	82
5.1.9 Фильтры электромагнитные	83
5.1.10 Фильтры-ловушки для ФСД	83
5.2 Блочные водоподготовительные установки	84
5.3 Мешалки гидравлические	85
5.4 Баки напорные для хранения концентрированных реагентов	85
<b>6. Деаэраторы термические</b>	<b>86</b>
6.1 Деаэраторы	86
6.1.1 Деаэраторы вакуумные	86

6.1.2	Деаэраторы атмосферного давления.....	86
6.1.3	Деаэраторы повышенного давления.....	87
6.2	Деаэратор для АЭС блоков 1200 МВт.....	87
6.3	Деаэрационные колонки атмосферного типа.....	87
6.4	Баки запаса конденсата.....	88
6.5	Охладители выпара.....	88
<b>7.</b>	<b>Энергетическая арматура .....</b>	<b>88</b>
7.1	Регулирующая арматура со встроенным электроприводом.....	88
7.2	Арматура запорная.....	89
7.2.1	Вентиль трехходовой.....	89
7.2.2	Вентили воздушные.....	90
7.2.3	Вентили запорные .....	90
7.2.4	Задвижки.....	91
7.2.5	Клапаны обратные горизонтальные подъемные.....	91
7.3	Арматура предохранительная.....	92
7.3.1	Клапаны предохранительные.....	92
7.4	Арматура регулирующая ТЭС.....	93
7.4.1	Регуляторы питания-перелива.....	93
7.4.2	Клапаны регулирующие ПВД .....	93
7.4.3	Клапаны регулирующие питательные.....	94
7.4.4	Клапаны регулирующие ПНСВ.....	95
7.4.5	Клапаны дроссельные.....	95
7.4.6	Поплавковые регуляторы уровня .....	96
7.4.7	Заслонки поворотные.....	96
7.5	Арматура защиты ПВД.....	97
7.5.1	Клапаны впускные.....	97
7.6	Арматура контрольно-измерительная прямого действия.....	98
7.6.1	Указатели уровня.....	98
7.6.2	Указатели уровня сниженные гидравлические .....	98
7.7	Запорная арматура со встроенным электроприводом.....	99
7.7.1	Задвижка пароводяная.....	99
7.8	Уравнительные сосуды .....	99
<b>8.</b>	<b>Оборудование для ТЭК .....</b>	<b>100</b>
8.1	Блочные автоматизированные парогенераторные установки.....	100
8.2	Детали и узлы магистральных промысловых трубопроводов.....	101
8.3	Реакторы.....	102
8.4	Кипятильник выпарного аппарата.....	102
8.5	Трубчатые печи нагрева нефти.....	103
8.6	Конденсатор вакуумный.....	104
8.7	Автоклав.....	105
8.8	Аппараты теплообменные кожухотрубчатые .....	105
8.9	Днища эллиптические для емкостного оборудования.....	106
8.10	Котел-утилизатор поз. 103-С.....	107
8.11	Аккумуляторы пара.....	107
<b>9.</b>	<b>Нестандартное оборудование.....</b>	<b>108</b>
9.1	Сосуды МНУ.....	108
<b>10.</b>	<b>Сервис.....</b>	<b>108</b>
10.1	Сервис действующего котельного оборудования.....	108
10.2	Сервис при поставках оборудования котельного острова.....	109
10.3	Инжиниринговые услуги.....	109
10.4	Наладочные работы.....	109



# 1. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОТЛЫ

## для тепловых электрических станций

### 1.1 Котлы паровые прямоточные

На протяжении последних нескольких десятилетий ОАО ТКЗ «Красный котельщик» является одним из крупных поставщиков прямоточных котлов для энергоблоков 1200, 800, 600, 300 МВт на сверхкритическое давление пара (СКД) для мощных тепловых электростанций России и мира. По основным показателям надежности и экономичности эти котлы соответствуют современному уровню, что подтверждается многолетним опытом их эксплуатации, отзывами отечественных и зарубежных заказчиков, исследованиями специализированных организаций. ТКЗ имеет неоспоримое мировое

первенство по суммарному выпуску котлов СКД для энергоблоков 1200, 800, 600, 300 МВт. Котлы рассчитаны на сжигание широкой группы топлив. Современные котлы СКД Таганрогского котлостроительного завода «Красный котельщик» отвечают современным требованиям (в частности, обеспечивают работу и пуски энергоблоков на скользящих параметрах). Значительная часть технических решений по котельному оборудованию ТКЗ защищена рядом отечественных изобретений и патентов.

Высокий технический уровень конструкций котлов обеспечивается:

- участием конструкторских подразделений в испытаниях и наладке котельных агрегатов и их узлов, в исследовании отказов оборудования непосредственно на электростанциях;
- гидравлическими, аэродинамическими и прочностными испытаниями на заводских стендах натурных образцов ответственных элементов оборудования;
- аэродинамическими исследованиями на физических моделях топки, газоходов и поверхностей нагрева котла с измерениями полей скорости и давления газа для определения оптимальных конструктивных характеристик и компоновки;
- трехмерным геометрическим моделированием трубных систем, экранов, каркаса и котла в целом;
- многовариантными расчетами на компьютерах (математическим моделированием) сложных механических и теплогидравлических систем как единого целого с применением современных методов расчета.

Для котлов ТКЗ характерны простота конструкции, отработанность и надежность технических решений. В частности, выполнение топочной камеры и газоходов котла из цельносварных газоплотных панелей.

Имеющая место тенденция продления срока службы установленного оборудования привела к необходимости выполнения ряда разработок по глубокой модернизации действующих котлов с тем, чтобы, наряду с заменой отработавших срок

службы или быстро изнашивающихся узлов, выполнялись работы по достижению на этих котлах технических показателей, отвечающих современным требованиям в части экологии, степени автоматизации, экономических показателей, расширения диапазонов рабочих нагрузок, приспособления к новым топливам и т. д. Прямоточные котлы ТКЗ для работы на СКД – постоянно развивающаяся продукция. Этой теме посвящена большая часть перспективных разработок и НИОКР.

Работы по реконструкции и модернизации ранее поставленных на ТЭС котлов ТКЗ можно разделить на три основных направления:

- реконструкция по результатам первичной эксплуатации, необходимость в которой возникает при использовании станциями непроектных топлив;
- восстановление работоспособности (обновление поверхностей нагрева), которое, как правило, совмещается с внедрением экологических мероприятий;
- модернизация котлов, отработавших свой ресурс. В ряде случаев оказывается более целесообразным проведение модернизации на новом, более высоком техническом уровне с возможностью сохранения фундаментов и каркасов котлов, чем установка нового оборудования.

Одним из центральных вопросов при разработке новых образцов энергетического оборудования является обеспечение минимальной токсичности их выбросов. Разработанные и внедренные на новых и модернизированных котлах экологические мероприятия позволяют в большинстве случаев обеспечить действующие нормативные показатели.

ОАО ТКЗ «Красный котельщик» постоянно работает над созданием котельного оборудования для экспорта. На экспорт поставляются и прямоточные котельные агрегаты сверхкритического давления. Успешно работают котлы паропроизводительностью 1000 т/ч в Иране (ТЭС «Рамин»),

в Китае (ТЭС «Нанкин» и «Инкоу»), ТЭС «Суйчжун» – блок 800 МВт.

Определенной перспективой развития прямоточных котлов СКД является переход на ступени параметров ( $P=300$  кгс/см<sup>2</sup>,  $T_{пе}=600^{\circ}\text{C}$  и  $P=350$  кгс/см<sup>2</sup>,  $T_{пе}=650^{\circ}\text{C}$ ).

Учитывая почти 40-летний опыт работы на рынке котлов СКД, ТКЗ может выполнить разработки и комплектную поставку оборудования котельных агрегатов сверхкритического давления любой мощности на любом топливе на условиях, выгодных заказчику.

## 1.1.1 Котлы паровые прямоточные производительностью 1000 т/ч

### Паровой котел Пп-1000-255 (модели ТПП-315СЗ)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура, °C			Температура уходящих газов, °C	КПД, % (брутто)	Габариты котла по осям колонн, м			Масса металла, тонн	Технический минимум нагрузки, %		Срок службы, лет
		первичного пара	вторичного пара	питательной воды			ширина	глубина	высота		при работе на угле	на растопочном топливе	
1000	25,5	545	545	277	134	92,69	24	27	70	8700	60	30	40

Паровой котел Пп-1000-255 (ТПП-315СЗ) предназначен для выработки перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) и температурой 545°C для паровой турбины мощностью 300 МВт. Котел прямоточный, пылеугольный, однокорпусный, выполненный по П-образной закрытой компоновке, с усиленным собственным каркасом для работы в зонах с повышенной сейсмической активностью. Топочная камера открытая, призматической формы, образована цельносварными трубчатыми экранами.

В нижней части топки имеется холодная воронка со шлаковой леткой. Над холодной воронкой на фронтальной и задней стенах установлено в три яруса по 12 пылеугольных вихревых горелок для работы на каменных углях, размалываемых в среднеходных мельницах. Горизонтальный и опускной газоходы экранированы цельносварными трубчатыми панелями.

Экраны топочной камеры разделены по высоте на нижнюю и верхнюю радиационные части.

В горизонтальном газоходе последовательно по ходу газов размещены две ступени ширмового пароперегревателя, выходная ступень конвек-

тивного пароперегревателя высокого давления и выходная ступень вторичного пароперегревателя. Регулирование температуры вторичного пара осуществляется с помощью паропаровых теплообменников.

В опускном газоходе последовательно по ходу газов размещены входная ступень вторичного пароперегревателя низкого давления и водяной экономайзер.

Верхняя часть котла укрыта теплоизолирующим колпаком, исключающим необходимость в индивидуальной изоляции коллекторов и пароперепускных трубопроводов.

Тракт высокого давления от входа в котел до выхода из котла – двухпоточный. Тракт вторичного пара также двухпоточный.

Растопка котла осуществляется с применением растопочного узла, оснащенного дроссельно-регулирующей арматурой и центробежными сепараторами.

Котел снабжен необходимой арматурой, контрольно-измерительными приборами, а также средствами автоматизации и тепловой защиты.

## Паровой котел Пп-1000-255 (модели ТПП-316СО)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла по осям колонн, м			Масса металла, т	Технический минимум нагрузки, %		Срок службы, лет
		первичного пара	вторичного пара	питательной воды			ширина	глубина	высота		при работе на угле	на растопочном топливе	
1000	25,5	545	545	277	136	91,525	24	37	70	8700	60	30	40

Паровой котел Пп-1000-255 (ТПП-316СО) предназначен для выработки перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) и температурой 545°С для паровой турбины мощностью 300 МВт. Котел прямоточный, пылеугольный, однокорпусный, выполненный по П-образной открытой компоновке, подвешен на усиленном каркасе для работы в зонах с повышенной сейсмической активностью. Топочная камера открытая, призматической формы, образована цельносварными трубчатыми экранами. В нижней части топки имеется холодная воронка со шлаковой леткой. Над холодной воронкой на фронтальной и задней стенах установлено в два яруса по 8 пылеугольных вихревых горелок для работы на тощих углях, размалываемых в шаровых барабанных мельницах. Горизонтальный и опускной газоходы экранированы цельносварными трубчатыми панелями. Экраны топочной камеры разделены по высоте на нижнюю и верхнюю радиационные части. В горизонтальном газоходе последовательно по ходу газов размещены две ступени ширмового пароперегревателя, выходная ступень конвек-

тивного пароперегревателя высокого давления и выходная ступень вторичного пароперегревателя. Регулирование температуры вторичного пара осуществляется с помощью паропаровых теплообменников.

В опускном газоходе последовательно по ходу газов размещены входная ступень вторичного пароперегревателя низкого давления и водяной экономайзер. Верхняя часть котла укрыта теплоизолирующим колпаком, исключающим необходимость в индивидуальной изоляции коллекторов и пароперепускных трубопроводов.

Тракт высокого давления от входа в котел до выхода из котла – двухпоточный. Тракт вторичного пара также двухпоточный.

Растопка котла осуществляется с применением растопочного узла, оснащенного дроссельно-регулирующей арматурой и центробежными сепараторами.

Котел снабжен необходимой арматурой, контрольно-измерительными приборами, а также средствами автоматизации и тепловой защиты.

## Паровой котел Пп-1000-255 (модели ТПП-317)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла по осям колонн, м			Масса металла, т	Технический минимум нагрузки, %		Срок службы, лет
		первичного пара	вторичного пара	питательной воды			ширина	глубина	высота		при работе на угле	на растопочном топливе	
1000	25,5	545	545	277	137	92,081	24	37	70	8700	60	30	40

Паровой котел Пп-1000-255 (ТПП-317) предназначен для выработки перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) и температурой 545°С для паровой турбины мощностью 300 МВт. Котел прямоточный, пылеугольный, однокорпусный, выполненный по П-образной закрытой компоновке, подвешен на собственном каркасе для работы в сейсмически неактивных зонах. Топочная камера открытая, призматической формы, образована цельносварными трубчатыми экранами. В нижней части топки имеется холодная воронка со шлаковой леткой. Над холодной воронкой на фронтальной и задней стенах установлены в два яруса по 8 плоскофакельных горелок для работы на углях марки ГСШ. Горизонтальный и опускной газоходы экранированы цельносварными трубчатыми панелями.

Экраны топочной камеры разделены по высоте на нижнюю и верхнюю радиационные части.

В горизонтальном газоходе последовательно по ходу газов размещены две ступени ширмового пароперегревателя, выходная ступень конвективного пароперегревателя высокого давления и выходная ступень вторичного пароперегревателя. Регулирование температуры вторичного пара осуществляется с помощью паропаровых теплообменников.

В опускном газоходе последовательно по ходу газов размещены входная ступень вторичного пароперегревателя низкого давления и водяной экономайзер. Верхняя часть котла укрыта теплоизолирующим колпаком, исключающим необходимость в индивидуальной изоляции коллекторов и пароперепускных трубопроводов.

Тракт высокого давления от входа в котел до выхода из котла – двухпоточный. Тракт вторичного пара также двухпоточный. Растирка котла осуществляется с применением растопочного узла, оснащенного дроссельно-регулирующей арматурой и центробежными сепараторами.

Котел снабжен необходимой арматурой, контрольно-измерительными приборами, а также средствами автоматизации и тепловой защиты.

## Паровой котел Пп-1000-25-545/542ГМН (модели ТГМП-344АС, ТГМП-344ИСО)

### Основные технические данные

Тип котла	Паропроизводительность	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	Габаритные размеры, м			Масса металла, т	Основной вид топлива	КПД котла (брутто), %
				Ширина в осях колонн	Глубина в осях колонн	Отметка на верхн. точке котла			
Пп-1000-25-545/542ГМН (модель ТГМП-344АС)	277,8 (1000)	25 3,8	545 542	20,5	25,3	49,94	4990	природный газ	94,8 93,7
Пп-1000-25-545/542ГМН (модель ТГМП-344ИСО)								мазут	93,0 92,5

Паровой котел на сверхкритические параметры пара типа ТГМП-344АС, прямоточный с однократным промперегревом, работающий на газе и мазуте, предназначен для блоков 250-300 МВт с теплофикационной турбиной и 300-315 МВт с конденсационной турбиной (сейсмичный, для установки в здании).

С целью улучшения экологических показателей на котле внедрены определенные технологические мероприятия.

Паровой котел на сверхкритические параметры пара типа ТГМП-344ИСО прямоточный с однократным промперегревом, работающий на газе и мазуте, предназначен для блоков 300-315 МВт (сейсмичный, для открытой установки).

Котлы имеют П-образную компоновку и состоят из следующих основных узлов: топочной камеры

и опускного газохода, соединенных в верхней части переходным газоходом, пароперегревателя, водяного экономайзера, двух вынесенных за пределы здания регенеративных вращающихся воздухоподогревателей.

Все газоходы котлов экранированы газоплотными панелями и образуют единую газоплотную коробку. По высоте топочная камера призматической формы, имеет два разъема. Топочная камера оборудована 16 газомазутными горелками вихревого типа. Процессы питания котлов, горения, регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

Монтажные соединения каркаса котлов выполнены сварными.

Котлы рассчитаны на район установки с сейсмичностью до 9 баллов MSK-64.

## Паровой котел Пп-1000-25-545/542ГМН (модели ТГМП-354)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час		Давление пара, МПа		Температура, °С			КПД котла, %		Габариты котла по осям колонн, м			Диапазон автоматического регулирования температуры перегрева, %	
по первичному пару	по вторичному пару	первичного пара	вторичного пара	первичного пара	вторичного пара	питательной воды	при работе на газе	при работе на мазуте	ширина	глубина	высота	первичного пара	вторичного пара
1000	800	25	3,96	545	545	270	94,8	93,7	20,5	25,3	49,5	100-50	100-70

Паровой котел на сверхкритические параметры пара ТГМП-354, прямоточный с однократным промперегревом, работающий на газе и мазуте, предназначен для блоков 300-320 МВт.

Котел имеет П-образную компоновку и состоит из следующих основных узлов: топочной камеры и опускного газохода, соединенных в верхней части горизонтальным газоходом, пароперегревателя, водяного экономайзера, двух регенеративных вращающихся воздухоподогревателей, вынесенных за пределы здания.

Стены топочной камеры, имеющей призматическую

форму, экранированы цельносварными трубчатыми панелями и образуют единую газоплотную коробку. Топочная камера оборудована 16 газомазутными горелками вихревого типа, каждая из которых оснащена форсункой паромеханического типа для работы на мазуте, а также электрогазовым запальником для дистанционного розжига горелок.

Регулирование температуры первичного пара осуществляется изменением соотношения топливо-вода и с помощью впрыскивающих пароохладителей, где для впрыска используется питательная вода.

Регулирование температуры вторичного пара осуществляется рециркуляцией дымовых газов и с помощью впрыскивающих пароохладителей.

Очистка конвективных ступеней нагрева котла осуществляется длинно-выдвижными обдувочными аппаратами, использующими в качестве обдувочного агента пар.

Для обмывки РВП устанавливается стационарная многосопловая обмывочная труба.

Для надежной работы котла на пусковых режимах используются встроенные сепараторы, а также пусковые пароохладители, установленные за котлом в паропроводах высокого давления и низкого давления.

Процессы питания котла, горения, регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

Каркас котла представляет собой многосвязевую объемную конструкцию с поясами жесткости из горизонтальных ферм, опирающихся на его колонны. Нижняя часть колонн с помощью опорных плит устанавливается и крепится анкерными болтами на железобетонном фундаменте. Сверху каркас замыкает металлоконструкция потолочного перекрытия, на которую подвешивается котел.

## 1.1.2 Котлы паровые прямоточные производительностью 2650 т/ч

### Паровой котел Пп-2650-255ГМН (модели ТГМП-204)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	КПД, % (брутто) газ	КПД, % (брутто) мазут	Габариты котла по осям колонн, м			Габариты котельной ячейки, м			Масса металла, т	Технический минимум нагрузки, %	Срок службы, лет
		первичного пара	вторичного пара	питательной воды				ширина по осям труб экранов	глубина по осям труб экранов	высота по хребтовой балке	ширина	глубина	высота			
2650	25,5	545	545	273	134	92,93	94,34	20,66	29,02	67	48	45	75	7200	30	40

Паровой котел Пп-2650-255ГМН (ТГМП-204) предназначен для выработки перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) и температурой 545°С для паровой турбины мощностью 800 МВт.

Котел прямоточный газомазутный, однокорпусный, выполненный по П-образной компоновке с цельносварным газоплотным экранированием топочной камеры и газоходов. Котел не имеет собственного каркаса и подвешивается к металлоконструкциям здания котельной.

Проектное топливо – мазут, природный газ.

Топочная камера открытая, призматической формы, образована цельносварными трубчатыми экранами. В нижней ее части на фронтальной и задней стенах размещено в три яруса 36 комбинированных вихревых горелок, смонтированных в общем коробе, в который подводится первичный и вторичный воздух, а также рециркулирующие газы.

Экраны топочной камеры разделены по высоте на нижнюю, среднюю и верхнюю радиационные части.

На входе в горизонтальный газоход размещен вертикальный ширмовый пароперегреватель.

Следующими по ходу газов в горизонтальном газоходе размещены вертикальные конвективные пароперегреватели высокого давления первой и второй ступени, а также выходная ступень пароперегревателя низкого давления. Верхняя часть котла укрыта теплоизолирующим колпаком, исключающим индивидуальную изоляцию коллекторов и перепускных трубопроводов. В опускном вертикальном газоходе последовательно по ходу газов размещены промежуточная и входная ступени пароперегревателя низкого давления и водяной экономайзер.

Тракт высокого давления от входа в котел до растопочного узла – двухпоточный, после растопочного узла – четырехпоточный.

Регулирование температуры вторичного пара производится рециркуляцией дымовых газов.

Пуск котла осуществляется с использованием растопочного узла, оснащенного дроссельно-регулирующей арматурой и центробежными сепараторами. Котел снабжен необходимой арматурой, контрольно-измерительными приборами, а также средствами автоматизации и тепловой защиты.



## Паровой котел Пп-2650-25-545/545КТ (модели ТПП-804)

### Основные технические данные

Паро-производительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла по осям колонн, м			Габариты котельной ячейки, м			Масса металла, т	Технический минимум нагрузки, %		Срок службы, лет
		первичного пара	вторичного пара	питательной воды			ширина по осям труб экранов	глубина по осям труб экранов	высота по хребтовой балке	ширина	глубина	высота		при работе на проектном топливе	при работе на растопочном топливе	
2650	25,5	545	545	275	134	92,4	70,674	15,52	97,6	84	39	111,3	14500	60	30	40

Паровой котел Пп-2650-25-545/545КТ (ТПП-804) предназначен для выработки перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) и температурой 545°С для паровой турбины мощностью 800 МВт.

Котел прямоточный, пылеугольный, однокорпусный, выполненный по Т-образной компоновке, не имеет собственного каркаса и подвешивается к металлоконструкциям здания котельного отделения.

Топочная камера открытая, призматическая, прямоугольного сечения, образована цельносварными трубчатыми экранами. В нижней части топки имеется холодная воронка со шлаковой леткой. Над холодной воронкой на фронтальной и задней стенах установлены в два яруса 24 плоскофакельных пылеугольных горелки для работы на углях Кузнецкого месторождения, размалываемых в среднеходных мельницах. Горизонтальные и опускные газоходы, размещенные справа и слева от топочной камеры, экранированы цельносварными трубчатыми панелями. Экраны топочной камеры разделены по высоте на нижнюю и верхнюю радиационные части. В горизонтальных газоходах последовательно размещены по две ступени ширмового пароперегревателя, выходная ступень конвективного

пароперегревателя высокого давления и выходная ступень вторичного пароперегревателя. Регулирование температуры вторичного пара осуществляется впрыском и рециркуляцией дымовых газов. В опускных газоходах последовательно размещены входная ступень вторичного пароперегревателя низкого давления и водяной экономайзер. Верхняя часть котла укрыта теплоизолирующим колпаком, исключающим необходимость в индивидуальной изоляции коллекторов и пароперепускных трубопроводов. Тракт высокого давления от входа в котел до выхода из котла – двухпоточный, с самостоятельным регулированием расхода воды и температуры пара. По конструктивным условиям каждый поток, начиная от растопочного узла и до узла объединения паропроводов острого пара, разделен на два параллельных подпотока.

Тракт низкого давления – двухпоточный.

Растопка котла осуществляется с применением узлов растопочных сепараторов, оснащенных дроссельно-регулирующей арматурой и центробежными сепараторами.

Котел снабжен необходимой арматурой, контрольно-измерительными приборами, а также средствами автоматизации и тепловой защиты.

## Паровой котел Пп-2650-25-545/542ГМ (модели ТГМП-805СЗ)

### Основные технические данные

Паро-производительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла по осям экранов труб, м			Масса металла, т	Технический минимум нагрузки, %		Срок службы, лет
		первичного пара	вторичного пара	питательной воды			ширина	глубина	высота		при работе на мазуте	при работе на газе	
2650	25,5	545	542	277	134	94,6	20,6	29	59,9	7520	60	30	40

Паровой котел Пп-2650-25-545/542ГМ (ТГМП-805СЗ) предназначен для выработки перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) и температурой 545°С для паровой турбины мощностью 800 МВт.

Котел прямоточный, газомазутный, однокорпусный, выполненный по П-образной компоновке, подвешен на хребтовых балках, опирающихся на колонны здания котельного отделения, предназначен для установки в районах с сейсмичностью 8 баллов.

Топочная камера открытая, призматической формы, образована цельносварными трубчатыми панелями, в нижней части которых размещается цельносварной горизонтальный подовый экран, а в верхней

части – горизонтальный газоход, закрытый сверху цельносварным трубчатым потолочным экраном.

Экраны топочной камеры разделены по высоте на нижнюю и верхнюю радиационные части.

На фронтальной и задней стенах топочной камеры размещены 36 газомазутных горелок.

В горизонтальном газоходе последовательно по ходу газов размещены пять вертикальных конвективных поверхностей нагрева, из них:

- парогенерирующая поверхность нагрева, включенная в пароводяной тракт котла до встроенной задвижки;
- три части пароперегревателя высокого давления;
- выходная ступень пароперегревателя низкого давления.

Регулирование температуры вторичного пара осуществляется с помощью рециркулирующих газов. В опускном газоходе, экранированном цельносварными трубчатыми панелями, последовательно по ходу газов размещены входная ступень пароперегревателя низкого давления и водяной экономайзер.

Верхняя часть котла укрыта теплоизолирующим колпаком, исключающим необходимость в индивидуальной изоляции коллекторов и перепускных трубопроводов.

Тракт высокого давления до встроенной задвижки – двухпоточный, после встроенной задвижки – четырехпоточный.

Тракт низкого давления четырехпоточный от входа до выхода из котла.

Растопка котла осуществляется с применением растопочного узла, оснащенного дроссельной регулирующей арматурой и центробежными сепараторами. Котел снабжен необходимой арматурой, контрольно-измерительными приборами, а также средствами автоматизации и тепловой защиты.

## Паровой котел Пп-2650-25-545/542ГМ (модели ТГМП-806ХЛ)

### Основные технические данные

Паро-производительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла по осям экранных труб, м			Масса металла, т	Технический минимум нагрузки, %		Срок службы, лет
		первичного пара	вторичного пара	питательной воды			ширина	глубина	высота		при работе на мазуте	при работе на газе	
2650	25,5	545	542	277	134	94,64	20,6	29	59,9	7520	30	30	40

Паровой котел Пп-2650-25-545/542ГМ (ТГМП-806ХЛ) предназначен для выработки перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) и температурой 545°С для паровой турбины мощностью 800 МВт.

Котел прямоточный, газомазутный, однокорпусный, выполненный по П-образной компоновке, подвешен на хребтовых балках, опирающихся на колонны здания котельного отделения, предназначен для установки в районах с сейсмичностью 8 баллов.

Топочная камера открытая, призматической формы, образована цельносварными трубчатыми панелями, в нижней части которых размещается цельносварной горизонтальный подовый экран, а в верхней части – горизонтальный газоход, закрытый сверху цельносварным трубчатым потолочным экраном. Экраны топочной камеры разделены по высоте на нижнюю и верхнюю радиационные части.

На фронтальной и задней стенах топочной камеры размещены 36 газомазутных горелок.

В горизонтальном газоходе последовательно по ходу газов размещены пять вертикальных конвективных поверхностей нагрева, из них:

- парогенерирующая поверхность нагрева, включенная в пароводяной тракт котла до встроенной задвижки;
- три части пароперегревателя высокого давления;
- выходная ступень пароперегревателя низкого давления.

Регулирование температуры вторичного пара осуществляется с помощью рециркулирующих газов. В опускном газоходе, экранированном цельносварными трубчатыми панелями, последовательно по ходу газов размещены входная ступень пароперегревателя низкого давления и водяной экономайзер. Верхняя часть котла укрыта теплоизолирующим колпаком, исключающим необходимость в индивидуальной изоляции коллекторов и перепускных трубопроводов.

Тракт высокого давления до встроенной задвижки – двухпоточный, после встроенной задвижки – четырехпоточный. Тракт низкого давления – четырехпоточный от входа до выхода из котла.

Растопка котла осуществляется с применением растопочного узла, оснащенного дроссельной регулирующей арматурой и центробежными сепараторами.

Котел снабжен необходимой арматурой, контрольно-измерительными приборами, а также средствами автоматизации и тепловой защиты.

## Паровой котел Пп-2650-25-545КТ (модели ТПП-807)

### Основные технические данные

Паро-производительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла по осям колонн, м			Габариты котельной ячейки, м			Масса металла, т	Технический минимум нагрузки, %		Срок службы, лет
		первичного пара	вторичного пара	питательной воды			ширина по осям труб экранов	глубина по осям труб экранов	высота по хребтовой балке	ширина	глубина	высота		при работе на проектом топливе	при работе на растопочном топливе	
2650	25,5	545	545	275	134	92,264	63,854	30,986	98	84	42	105,2	15018	60	30	40

Паровой котел Пп-2650-25-545КТ (ТПП-807) предназначен для выработки перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) и температурой 545°С для паровой турбины мощностью 800 МВт. Котел прямоточный, пылеугольный, однокорпусный, выполненный по Т-образной компоновке, не имеет собственного каркаса и подвешивается к металлоконструкциям здания котельного отделения.

Топочная камера открытая, призматическая, прямоугольного сечения, образована цельносварными трубчатыми экранами. В нижней части топки имеется холодная воронка со шлаковой леткой. Над холодной воронкой на боковых стенах установлены в четыре яруса по 24 вихревых пылеугольных горелки для работы на каменных углях, размалываемых в среднеходных мельницах.

Горизонтальные и опускные газоходы, размещенные справа и слева от топочной камеры, экранированы цельносварными трубчатыми панелями. Экраны топочной камеры разделены по высоте на нижнюю и верхнюю радиационные части.

В верхней части топочной камеры, слева и справа от оси топки, размещены плоские поверхности нагрева, выполненные в виде цельносварных панелей, установленных перпендикулярно боковым стенам. В горизонтальных газоходах последовательно

размещены по две ступени ширмового пароперегревателя, выходная ступень конвективного пароперегревателя высокого давления и выходная ступень вторичного пароперегревателя. Регулирование температуры вторичного пара осуществляется с помощью паропаровых теплообменников.

В опускных газоходах последовательно размещены входная ступень вторичного пароперегревателя низкого давления и водяной экономайзер. Верхняя часть котла укрыта теплоизолирующим колпаком, исключая необходимость в индивидуальной изоляции коллекторов и пароперепускных трубопроводов.

Тракт высокого давления от входа в котел до выхода из котла – двухпоточный, с самостоятельным регулированием расхода воды и температуры пара. По конструктивным условиям каждый поток, начиная от растопочного узла и до узла объединения паропроводов острого пара, разделен на два параллельных подпотока. Тракт низкого давления – двухпоточный.

Растопка котла осуществляется с применением узлов растопочных сепараторов, оснащенных дроссельно-регулирующей арматурой и центробежными сепараторами.

Котел снабжен необходимой арматурой, контрольно-измерительными приборами, а также средствами автоматизации и тепловой защиты.

## 1.1.3 Котлы паровые прямоточные производительностью 3950 т/ч

### Паровой котел Пп-3950-255ГМ (модели ТГМП-1202)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла по осям колонн, м			Габариты котельной ячейки, м			Масса металла, т	Технический минимум нагрузки, %	Срок службы, лет
		первичного пара	вторичного пара	питательной воды			ширина по осям труб экранов	глубина по осям труб экранов	высота по хребтовой балке	ширина	глубина	высота			
3950	25,5	545	545	275	142	93,4	30,95	29,026	67,2	72	47,55	71,5	12700	30	40

Паровой котел Пп-3950-255ГМ (ТГМП-1202) предназначен для выработки перегретого пара с рабочим давлением 255 кгс/см<sup>2</sup> (25,5 МПа) и температурой 545°С для паровой турбины мощностью 1200 МВт. Котел прямоточный газомазутный, однокорпусный, выполненный по П-образной компоновке с цельносварным газоплотным экранированием топочной камеры и газоходов. Котел не имеет собственного каркаса и подвешивается к металлоконструкциям здания котельной.

Проектное топливо – мазут, природный газ. Топочная камера открытая, призматической формы, образована цельносварными трубчатыми экранами. В нижней ее части на фронтальной и задней стенах размещено в три яруса по 28 газомазутных вихревых комбинированных горелок, смонтированных в общем коробе, работающих при низких избытках воздуха.

Горизонтальный и опускной газоходы экранированы также трубчатыми цельносварными панелями.

Экраны топочной камеры разделены по высоте на нижнюю, среднюю и верхнюю радиационные части.

На входе в горизонтальный газоход размещен вертикальный ширмовый пароперегреватель. Следующими по ходу газов в горизонтальном газоходе размещены вертикальные конвективные пароперегреватели высокого давления первой и второй ступени, а также выходная ступень пароперегревателя низкого давления.

Верхняя часть котла укрыта теплоизолирующим колпаком, исключающим индивидуальную изоляцию коллекторов и перепускных трубопроводов. В опускном вертикальном газоходе последовательно по ходу газов размещены промежуточная и входная ступени пароперегревателя низкого давления и водяной экономайзер.

Тракт высокого давления от входа в котел до растопочного узла – двухпоточный, после растопочного узла – четырехпоточный. Тракт вторичного пара – четырехпоточный.

Регулирование температуры вторичного пара производится рециркуляцией дымовых газов.

Пуск котла осуществляется с использованием растопочного узла, оснащенного дроссельно-регулирующей арматурой и центробежными сепараторами. С целью снижения растопочной нагрузки и обеспечения надежной работы экранов при низких нагрузках котел оснащен насосами рециркуляции рабочей среды.

Котел снабжен необходимой арматурой, контрольно-измерительными приборами, а также средствами автоматизации и тепловой защиты.

## 1.2 Котлы паровые барабанные

В 1935 году заводом было освоено производство сварных барабанов – основного узла парового барабанного котла. В дальнейшем «Красный котельщик» не только налажил массовый выпуск барабанных котлов собственных разработок, но и стал единственным изготовителем барабанов высокого давления для всех котлостроительных предприятий нашего государства.

С начала 50-х годов начато изготовление барабанных котлов на давление 9,8 МПа с температурой перегрева пара 510-540°C производительностью от 170 до 230 т/ч.

В 1959 году освоено изготовление котлов на давление 13,8 МПа с температурой перегрева 535-570°C производительностью от 400 до 670 т/ч.

Начав с производства котлов с поверхностями теплообмена негазоплотного исполнения большой металлоемкости, ориентированных не на параметр «экономичность-экологичность», а на производительность, «Красный котельщик» ведет постоянную работу по улучшению и совершенствованию своей продукции. Сегодня вновь проектируемые котлы под маркой «ТКЗ» – это высокотехнологичные котельные агрегаты с поверхностями нагрева газоплотного исполнения и высоким уровнем автоматизации, оснащенные высокоэффективными горелочными устройствами и имеющие технико-экономические и экологические показатели мирового уровня.

Номенклатура паровых барабанных котлов марки «ТКЗ» в настоящее время включает в себя котлы производительностью от 50 до 1000 т/ч для рабо-

ты на различных видах топлива: углях различных типов, промышленном продукте обогатительных фабрик, торфе, мазуте, природном газе и газах металлургического производства.

В 2003 году был введен в эксплуатацию барабанный котел с максимальным уровнем параметров для котлов докритических параметров с давлением пара на выходе – 18 МПа.

Отсутствие перспектив ощутимого ввода новых мощностей на электростанциях и одновременно тенденция продления срока службы установленного оборудования привела к необходимости выполнения разработок по глубокой модернизации действующих котлов. Наряду с заменой отработавших или дефектных узлов выполняются работы по достижению на этих котлах технических показателей, отвечающих современным требованиям в части экологии, степени автоматизации, экономических показателей, расширению диапазона рабочих нагрузок и т. п. Такие проработки осуществляются практически для всех основных типов котлов ТКЗ, эксплуатируемых в настоящее время на электростанциях России и стран СНГ.

## 1.2.1 Паровые котлы производительностью до 160 т/ч

### Паровой котел Е-30-3,9-440ТФТ

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/см²)	Рабочее давление в барабане, МПа (кгс/см²)	Температура, °С		Температура уходящих газов, °С	КПД, % (брутто)*			Габариты котла по осям колонн, м		
			перегретого пара	питательной воды		лигнин	торф	природный газ	ширина	глубина	высота
30	3,9 (39)	4,4 (44)	440	104/145	142	83,3/82,5	85,5/85,0	89/88,6	5,7	12,60	24,80

\* В числителе приведена величина при температуре питательной воды 104°C, в знаменателе – при температуре питательной воды 145°C.

Котел Е-30-3,9-440ТФТ предназначен для выработки перегретого пара для паровой турбины ПР-12-3,4/1,0/0,1.

Котел Е-30-3,9-440ТФТ – стационарный, вертикально-водотрубный, однобарабанный, с естественной циркуляцией, с уравновешенной тягой, с газоплотными предтопком и топкой, с предтопком с «кипящим слоем». Выполнен по П-образной компоновке поверхностей нагрева. Топка с предтопком и опускающим газоход составляют основной блок котла.

Котел имеет двухступенчатую схему испарения.

В торцевых частях барабана выделены соленые отсеки, каждый из которых связан с соответствующим задним блоком бокового экрана топки.

В опускающем газоходе расположены I и II ступени водяного экономайзера и кубы I и II ступеней воздухоподогревателя.

В соединительном газоходе расположен змеевиковый конвективный двухступенчатый пароперегреватель.

Регулирование температуры перегретого пара осуществляется в кожухотрубчатом пароохладителе поверхностного типа, расположенном в рассечке I и II ступеней пароперегревателя.

На боковом экране предтопка установлена горелка ГМ-4,5 («подсветка»), обеспечивающая в растопочном режиме прогрев слоя песка и устойчивую работу котла при подаче фрезерного торфа с рабочей влажностью более 60% и гидролизного лигнина с влажностью более 55%.

Справа и слева на боковых стенах топки установлены две газомазутные горелки ГМ-10, обеспечивающие совместно с горелкой ГМ-4,5 100% производительность по пару при работе котлоагрегата на газообразном топливе (мазуте).

Диапазон изменения нагрузки котла – 50-100% от номинальной.

### Паровой котел Е-50-3,9-440ГМ

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/см²)	Рабочее давление в барабане, МПа (кгс/см²)	Температура, °С		КПД, %		Удельные выбросы оксидов азота при α=1,4, не более		Габариты котла, м			Масса металла котла, т
			перегретого пара	питательной воды	на природном газе	на мазуте	на природном газе, мг/нм³	на мазуте с рециркуляцией 15%, мг/нм³	ширина по площадкам обслуживания	глубина (габарит) котла и ТВП	верхняя отметка котла	
50	3,9 (39)	4,4 (44)	440	105	94,2	92,4	125	250	5,7	10,5	18,5	145

Котел Е-50-3,9-440ГМ паропроизводительностью 50 т/ч на параметры пара Р=3,9 МПа; t=440°C для работы на природном газе и мазуте.

Паровые котлы паропроизводительностью 50 т/ч предназначены для получения перегретого пара, используемого для выработки электроэнергии, технологических нужд предприятий и целей отопления.

Котел с естественной циркуляцией, однобарабанный, П-образной сомкнутой компоновки поверхностей нагрева. Топочная камера образует подъемный газоход котла. В опускающем газоходе размещены по ходу газов две ступени пароперегревателя и водяной экономайзер. В отдельно стоящей колонке размещен трубчатый воздухоподогреватель.

Котел не имеет каркаса. Нагрузка от барабана,

конденсационной установки, поверхностей нагрева, горелок, трубопроводов и других элементов котла передается на портал через газоплотные ограждения и специальные опоры.

На боковых стенах котла встречно в два яруса устанавливаются четыре вихревые газомазутные двухпоточные горелки со встроенными аксиальными завихрительными аппаратами. Подвод воздуха к горелкам – индивидуально.

Умеренное теплонапряжение объема топки (320 кВт/м³) и конструкция горелки позволяют снизить потери от неполного сгорания топлива до 0,07% на газе и до 0,2% на мазуте.

Специальная конструкция газогорелочного устройства, совместно с подачей газов рециркуляции



в горелку, а также достаточно низкое теплоснапряжение зоны активного горения (0,56 МВт/м²) позволяют без организации ступенчатого сжигания топлива и без ухудшения экономичности и надежности сжигания обеспечить уровень выбросов NOx при сжигании газа не более 125 мг/нм³ и не более

250 мг/нм³ при сжигании мазута, что соответствует требованиям нормативных документов. Конструкция котла предусматривает поставку поверхностей нагрева и остальных конструкций котла в виде транспортабельных блоков, элементов и узлов.

## Паровой котел Е-75-3,9-440ГМ

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/см²)	Рабочее давление в барабане, МПа (кгс/см²)	Температура, °С		КПД, %		Массовая концентрация NOx в дымовых газах при а=1,4, р=760 мм рт. ст., мг/м³, не более		Габариты котла (по осям колонн с учетом ТВП), мм			Общий вес котла, т
			перегретого пара	питательной воды	на природном газе	на мазуте	на природном газе	на мазуте	ширина	глубина	высота (по оси труб)	
75	3,9 (40)	4,4 (44)	440	102/145	95,0/94,9	93,0/92,5	125	250	7840	11400	16160	300

Паровой котел Е-75-3,9-440ГМ номинальной паропроизводительностью 75 т/ч на параметры пара 3,9 МПа и 440°С, работающий на природном газе. Резервное топливо – мазут.

Котел предназначен для выработки перегретого пара для технологических нужд предприятий, а также для паровых турбин.

Паровой котел с естественной циркуляцией, выполненный по П-образной сомкнутой компоновке с симметричным расположением поверхностей нагрева, предназначен для работы с уравновешенной тягой. Котел имеет два самостоятельных потока по паровому и водяному трактам, но один вход по питательной воде и один выход по острому пару. Котел оборудован топочными устройствами

для сжигания природного газа и мазута. Котлоагрегат состоит из топочной камеры, опускного газохода и отдельно стоящей колонки трубчатого воздухоподогревателя. В опускном газоходе находятся две ступени конвективного пароперегревателя и две ступени водяного мембранного экономайзера. Задний экран топочной камеры служит разделительной стеной между топочной камерой и опускным газоходом и в верхней части имеет окно (фестон) для перепуска газов из топочной камеры в опускной газоход. Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования перегрева пара и горения автоматизированы.

## Паровой котел Е-100-1,4-250ГМ

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/см²)	Температура, °С		КПД, %		Массовая концентрация NOx в дымовых газах при а=1,4, р=760 мм рт. ст., мг/м³, не более		Габариты котла, мм			Общий вес котла, т
		перегретого пара	питательной воды	на природном газе	на мазуте	на природном газе	на мазуте	ширина	глубина	высота (по оси труб)	
100	1,4 (14)	250	102	95,54	93,33	125	250	8480	12690	18400	400

Паровой котел Е-100-1,4-250ГМ номинальной паропроизводительностью 100 т/ч на параметры пара 1,4 МПа и 250°С, работающий на природном газе. Резервное топливо – мазут.

Котел предназначен для выработки перегретого пара для технологических нужд предприятий. Паровой котел с естественной циркуляцией, выполненный по П-образной сомкнутой компоновке с симметричным расположением поверхностей нагрева, предназначен для работы с уравновешенной тягой. Котел имеет два самостоятельных потока по паровому и водяному трактам, но один вход по питательной воде и один выход по острому пару. Котел оборудован топочными устройствами для сжигания природного газа и мазута. Котлоагрегат состоит из топочной камеры, опускного

газохода и отдельно стоящей колонки трубчатого воздухоподогревателя. В опускном газоходе находятся одна ступень конвективного пароперегревателя и две ступени водяного гладкотрубного экономайзера.

Задний экран топочной камеры служит разделительной стеной между топочной камерой и опускным газоходом и в верхней части имеет окно (развитый фестон в виде трубного пучка) для перепуска газов из топочной камеры в опускной газоход. Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования перегрева пара и горения автоматизированы.

## Паровой котел Е-100-3,9-440ГМ

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/см²)	Температура, °С		КПД, %		Массовая концентрация NOx в дымовых газах при a=1,4, p=760 мм рт. ст., мг/м³, не более		Габариты котла (по осям колонн с учетом ТВП), мм			Общий вес котла, т
		перегретого пара	питательной воды	на природном газе	на мазуте	на природном газе	на мазуте	ширина	глубина	высота (по оси труб)	
100	3,9 (40)	440	102	95,15/94,95	93,27/92,5	125	250	8480	12690	18400/18700	410

Паровой котел Е-100-3,9-440ГМ номинальной паропроизводительностью 100 т/ч на параметры пара 3,9 МПа и 440°С, работающий на природном газе. Резервное топливо – мазут.

Котел предназначен для выработки перегретого пара для технологических нужд предприятий, а также для паровых турбин.

Паровой котел с естественной циркуляцией, выполненный по П-образной сомкнутой компоновке с симметричным расположением поверхностей нагрева, предназначен для работы с уравновешенной тягой. Котел имеет два самостоятельных потока по паровому и водяному трактам, но один вход по питательной воде и один выход по острому пару. Котел оборудован топочными устройствами для сжигания природного газа и мазута. Котлоагрегат состоит из топочной камеры, опускного газохода и отдельно стоящей колонки трубчатого воздухо-

подогревателя. В опускном газоходе находятся две ступени конвективного пароперегревателя и одна ступень водяного мембранного экономайзера. Задний экран топочной камеры служит разделительной стеной между топочной камерой и опускным газоходом и в верхней части имеет окно (фестон) для перепуска газов из топочной камеры в опускной газоход.

Регулирование температуры пара осуществляется за счет впрыска в паровой тракт собственного конденсата, поступающего из конденсационной установки, либо питательной воды.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования перегрева пара и горения автоматизированы.

## Паровой котел Е-110-3,9-370ГМ (ТГМЕ-171)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/см²)	Температура, °С		КПД, %		Габариты котла (по осям колонн с учетом ТВП), м			Общий вес металла, т
		перегретого пара	питательной воды	на природном газе	на мазуте	ширина	глубина	высота (по оси труб)	
100	3,9	370	104	95,54	93,33	8,48	12,69	18,7	400

Паровой котел номинальной паропроизводительностью 100 т/ч на параметры пара 3,9 МПа и 370°С (с возможностью работы котла с паропроизводительностью 110 т/ч и давлением пара 4,4 МПа), работающий на природном газе. Резервное топливо – флотский мазут Ф-5.

Котел предназначен для выработки перегретого пара для технологических нужд предприятий, а также для паровых турбин.

Паровой котел с естественной циркуляцией, выполненный по П-образной сомкнутой компоновке с симметричным расположением поверхностей нагрева, предназначен для работы с уравновешенной тягой. Котел имеет два самостоятельных потока по паровому и водяному трактам, но один вход по питательной воде и один выход по острому пару. Котел оборудован топочными устройствами для сжигания природного газа и мазута. Котлоагрегат состоит из топочной камеры, опускного

газохода и отдельно стоящей колонки трубчатого воздухоподогревателя. В опускном газоходе находятся одна ступень конвективного пароперегревателя и две ступени водяного гладкотрубного экономайзера. Задний экран топочной камеры служит разделительной стеной между топочной камерой и опускным газоходом и в верхней части имеет окно (фестон) для перепуска газов из топочной камеры в опускной газоход.

Регулирование температуры пара осуществляется за счет впрыска в паровой тракт собственного конденсата, поступающего из конденсационной установки.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования перегрева пара и горения автоматизированы.

## 1.2.2 Паровые котлы производительностью 160 т/ч

### Паровой котел Е-160-3,9-440ГМ (модели ТГМЕ-190)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т
				ширина	глубина	высота		
160	3,9	440	93,5/93,2	11,28	13,35	26,27	природный газ, мазут	700

Паровой котел одnobарабанный с естественной циркуляцией имеет сомкнутую П-образную компоновку газоходов, газоплотный, с уравновешенной тягой.

Топочная камера призматическая, в сечении представляет собой прямоугольник с размерами по осям труб: по ширине – 4660 мм, по глубине – 9640 мм, по высоте – 21230 мм. На боковых стенах топочной камеры установлены 4 газомазутных горелки (по две на каждой стороне) в два яруса и 6 сопел для ввода вторичного воздуха при работе на газе или газов рециркуляции при работе котла на мазуте.

Двухступенчатый конвективный пароперегреватель и мембранный экономайзер (из 2 частей) расположены по ходу дымовых газов.

Регулирование температуры перегретого пара осуществляется поверхностным пароохладителем, установленным в рассечку ступеней КПП. Трубчатый воздухоподогреватель выполнен отдельно стоящим блоком из трех кубов высотой 2,6 м, установленных друг над другом.

Процессы питания котла, горения, регулирования температуры перегретого пара полностью автоматизированы.

### Паровой котел Е-160-9,8-540КТ

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Температура, °С		КПД, % (брутто)	Габариты котла, мм			Общий вес металла, т
		перегретого пара	питательной воды		ширина	глубина	высота	
160	9,8 (100)	540	215	91	9000	18400	43000	1000

Паровой котел одnobарабанный с естественной циркуляцией имеет сомкнутую П-образную компоновку газоходов, газоплотный, с уравновешенной тягой. Топочная камера призматическая, в сечении представляет собой прямоугольник с размерами по осям труб: по ширине – 4660 мм, по глубине – 9640 мм, по высоте – 21230 мм. На боковых стенах топочной камеры установлены 4 газомазутных горелки (по две на каждой стороне) в два яруса и 6 сопел для ввода вторичного воздуха при работе на газе или газов рециркуляции при работе котла на мазуте.

Двухступенчатый конвективный пароперегреватель и мембранный экономайзер (из 2 частей) расположены по ходу дымовых газов.

Регулирование температуры перегретого пара осуществляется поверхностным пароохладителем, установленным в рассечку ступеней КПП. Трубчатый воздухоподогреватель выполнен отдельно стоящим блоком из трех кубов высотой 2,6 м, установленных друг над другом.

Процессы питания котла, горения, регулирования температуры перегретого пара полностью автоматизированы.

## Паровой котел ТГЕ-196/ПГУ

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура, °С			КПД, % (брутто)	Габариты котла, мм		
		перегретого пара	питательной воды	уходящих газов		ширина	глубина	высота
160	2,4	360	145	120	94,8	11,28	8,93	27,77

Паровой котел однобарабанный, сомкнутой П-образной компоновки газоходов, с естественной циркуляцией, газоплотный, с уравновешенной тягой. Предназначен для работы в составе ПГУ с газовой турбиной или автономно.

Топочная камера призматическая, в сечении представляет собой прямоугольник. На боковых стенах топочной камеры установлено 4 газовых горелки (по 2 горелки на каждой стене) в 2 яруса и 12 сопел для ввода вторичного воздуха.

Горелочное устройство позволяет использовать двуступенчатую схему сжигания топлива в котле. На газопроводе установлен регулирующий клапан на подводе газа к верхнему ярусу горелок. Он может быть использован для перераспределения расхода газа по ярусам для осуществления ступенчатого сжигания с целью снижения NOx.

Сегодня разработаны технические предложения по модернизации котлов производительностью 170 т/ч для сжигания твердого топлива и котлов, переведенных на сжигание газа и мазута.

В основу модернизации котлов заложены преимущества газоплотной камеры с новыми горелочными устройствами, позволяющими сжигать газ или мазут с малыми избытками воздуха и исключить присосы холодного воздуха и, тем самым, повысить экономичность котла.

Двухканальные новые горелки улучшают аэродинамику факела. Предусмотрена возможность подачи

газов рециркуляции в центральный или периферийный каналы в зависимости от сжигания газа или мазута. Предусмотрены также дополнительные сопла ввода воздуха выше горелок. Новые мазутные форсунки обеспечивают широкий диапазон изменения нагрузки котла без отключения горелок (1:10).

Принятая конструкция газоплотной топки допускает использование имеющихся барабанов с обвязкой, водоопускной системы, щитовой системы обмуровки, каркаса котла, что обеспечивает минимальные объемы реконструкции котла. Места и способы крепления газоплотных панелей соответствуют исходному варианту котла. На экранах топки предусмотрена установка сбросных сопел для организации подачи вторичного воздуха, съемные конусообразные охлаждаемые амбразуры для ликвидации присосов через крепления горелок. Дополнительно с целью повышения технико-экономических показателей по котлу (снижение аэродинамического и гидравлического сопротивлений трактов котла, снижение температуры уходящих газов, повышение надежности поверхностей нагрева) предлагается провести также модернизацию водяного экономайзера и воздухоподогревателя, заменив их на более эффективные поверхности нагрева (уменьшение диаметра труб и шагов между ними, применение оребренных труб).

Основные технические показатели котла при сжигании газа и мазута (данные получены расчетами по нормам без учета практических изменений исходных данных)

Вид топлива	Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/см²)	Температура, °С			КПД, % (брутто)	Коэффициент избытка воздуха	Выбросы оксидов азота, мг/нм³
			пара	питательной воды	воздуха за калорифером			
газ	170	110	560	230	30	93,5	1,1	125
мазут	170	110	560	230	70	92,4	1,05	250

## 1.2.3 Паровые котлы производительностью 220-250 т/ч

### Паровой котел Е-220-9,8-540Г (модели ТГЕ-129)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива
				ширина	глубина	высота	
220	9,8	540	94,5	10,8	17	24,75	природный газ

Паровой котел однобарабанный, сомкнутой П-образной компоновки газоходов, с естественной циркуляцией, уравновешенной тягой. Топочная камера призматическая, в сечении представляет собой прямоугольник. Стены топки образованы испарительными газоплотными панелями из труб. В промежутках между трубами варена полоса. На выходе из камеры расположен ширмовый пароперегреватель. На боковых стенах топочной камеры установлено 8 газовых

горелок (по 4 горелки на каждой стене) в 2 яруса и 8 сопел для ввода вторичного воздуха. Горелочное устройство позволяет использовать двухступенчатую схему сжигания топлива в котле. На газопроводе установлен регулирующий клапан на подводе газа к верхнему ярусу горелок. Он может быть использован для перераспределения расхода газа по ярусам для осуществления ступенчатого сжигания с целью снижения NOx.

### Паровой котел Е-220-9,8-540ГМ (ТГМ-159М)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, (кгс/см²)	Температура пара, °С		КПД, % (брутто)		Размеры каркаса в осях колонн, мм
		перегретого пара	питательной воды	на природном газе	на смеси доменного и природного газа	
220	100	540	215	95,2	85,4	14560x10400

Барабанный котел с сомкнутой компоновкой поверхностей нагрева, с уравновешенной тягой, в газоплотном исполнении, с регенеративным воздухоподогревателем.

Размеры сечения топки по осям труб: 7040x8400 мм. На каждой боковой стене топки устанавливаются по 4 газомазутных горелки в 2 яруса.

### Паровой котел Е-230-6,6-490МД (ТМЕ-131/СО)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/см²)	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т
				ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	отметка на верхней точке котла		
230	36,6	490	93,2	10,4	18,6	27,1	сырая нефть, мазут, топливо, газойль	950

Паровой котел (модель ТМЕ-131/СО) однобарабанный с естественной циркуляцией имеет П-образную сомкнутую компоновку поверхностей нагрева. Котел газоплотный, с уравновешенной тягой. Стены топочной камеры и опускного конвективного газохода образованы газоплотными панелями из труб, между которыми варена полоса. Пароперегреватель и мембранный экономайзер (2 ступени) расположены последовательно по ходу дымовых газов.

Регулирование температуры перегретого пара осуществляется впрыскивающим пароохладителем. Котел оборудован 4 газомазутными горелками. Подогрев воздуха осуществляется в регенеративном воздухоподогревателе. Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы. Первый котел поставлен на ТЭС «Южный Багдад» в 2005 году.



## Паровой котел Е-250(230)-9,8-510ГК (модели ТП-230М)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т
				ширина	глубина	высота		
230 250	9,8	510	92,5 93,5	11	15,65	31	кузнечный уголь, газ	1400

Паровой котел ТП-230М предназначен для получения пара высокого давления при сжигании кузнечных каменных углей и природного газа. Котел газоплотный с уравновешенной тягой. Компонировка поверхностей нагрева котла – П-образная. Стены топочной камеры, переходного и опускного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми вварена полоса. Для подавления оксидов азота предусмотрено ступенчатое сжигание топлива.

Регулирование перегретого пара осуществляется впрыском собственного конденсата и питательной воды в парохладители из двух ступеней. Трубчатый воздухоподогреватель выполнен в виде двух ступеней, комплектуется в рассечку с водяным экономайзером. Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева полностью автоматизированы.

## 1.2.4 Паровые котлы производительностью 300 т/ч

### Паровой котел Е-300-9,8-540Г (модели ТП-13М)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т
				ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	высота на верхней точке котла		
300	10	540	94,8	11	15,65	31	природный газ	1100

Паровой котел ТП-13М предназначен для получения пара высокого давления при сжигании природного газа.

Паровой котел выполнен с естественной циркуляцией, имеет П-образную компоновку поверхностей нагрева. Стены топочной камеры, переходного и опускного конвективного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб диаметром 60 и 32 мм с проставкой полосы 6х20 между трубами. На выходе из топки и в переходном газоходе расположены

4 ступени конвективного пароперегревателя. На боковых стенах в два яруса по высоте установлены 8 газомазутных горелок, над которыми расположены сопла вторичного дутья, что позволяет организовать ступенчатое сжигание топлива с целью обеспечения нормативных выбросов окислов азота. Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

## 1.2.5 Паровые котлы производительностью 400 т/ч

### Паровой котел Е-400-13,8-560КТ (модели ТПЕ-429, ТПЕ-429/А)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива
				ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	высота на верхней точке котла	
400	13,8	560	91	24	24	43,8	ТПЕ-429 – кузнечный уголь марки СС, донецкий ГСШ, карагандинский ППМ и природный газ ТПЕ-429/А – кузнечный уголь марки ППМ и марки ССОК-I

Паровые котлы ТПЕ-429 и ТПЕ-429/А предназначены для выработки перегретого пара с рабочим давлением 13,8 МПа и температурой 560°С при сжигании каменных углей.

Паровые котлы одnobарабанные, с естественной циркуляцией, имеют П-образную компоновку поверхностей нагрева. Котлы газоплотные с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры, горизонтального и опускающего конвективного газоходов образованы газоплотными панелями из труб, между которыми сварена полоса.

Пароперегреватель котлов состоит из радиационного и ширмового пароперегревателей, расположенных в верхней части топки, и двух конвективных ступеней в горизонтальном газоходе. Мембранный экономайзер состоит из двух ступеней и расположен в нижней части опускающего газохода.

Регулирование температуры перегрева пара осуществляется впрыском собственного конденсата.

Котлы оборудованы восемью плоскофакельными горелками.

Для подогрева воздуха котел ТПЕ-429 снабжен трубчатым и регенеративным воздухоподогревателями.

В котле ТПЕ-429/А подогрев воздуха осуществляется в двух регенеративных воздухоподогревателях.

Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

## 1.2.6 Паровые котлы производительностью 420 т/ч

### Паровой котел Е-420-13,8-560ГМ (модели ТГМ-84М)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/м²)	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)		Выбросы NOx, мг/нм³, не более		Ширина ячейки, м	Глубина ячейки, м
			на газе	на мазуте	на природном газе	на мазуте		
420	140	560	94	92	150	250	24	30

Барабанный котел с сомкнутой компоновкой поверхностей нагрева, с уравновешенной тягой, в газоплотном исполнении, с регенеративным воздухоподогревателем. Предназначен для замены отработавших ресурс котлов ТГМ-84.

Размеры сечения топки по осям труб: 6080х13200 мм.

На фронтальной стене топки устанавливается 12 вихревых горелок в 3 яруса по 4 горелки в каждом. Двухступенчатая схема сжигания топлива.

### Паровой котел Е-420(460)-13,8-550КГЖ (модели ТП-87М)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т
				ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	высота на верхней точке котла		
420	13,8	550	92	15,8	18,2	39,3	кузнечный уголь марки СО	2100
460			94				природный газ	

Паровой котел типа ТП-87М с жидким шлакоудалением предназначен для сжигания кузнечных тощих углей и для замены отработавших ресурс котлов ТП-80, ТП-87. Котел газоплотный с уравновешенной тягой и естественной циркуляцией. Компоновка поверхностей нагрева котла – П-образная. Газоплотность топки и газоходов обеспечивается за счет двухсторонней автоматической приварки к трубам полосы 6х20.

Для подавления окислов азота предусмотрено ступенчатое сжигание топлива с подачей природного газа во второй ярус восьми пылегазовых горелок, расположенных на фронтальной и задней стенах

топки. Восстановление окислов азота производится за счет организации восстановительной зоны выше указанных горелок.

Регулирование температуры перегретого пара осуществляется впрыском собственного конденсата и питательной воды в парохладители из трех ступеней.

Трубчатый воздухоподогреватель выполнен в виде двух ступеней, комплектуется в рассечку с водяным экономайзером.

Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

## 1.2.7 Паровые котлы производительностью 500 т/ч

### Паровой котел Е-500-13,8-560ГМВН (модели ТГМЕ-428/А)

#### Основные технические данные

Тип котла	Паро-производительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т
					ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	высота на верхней точке котла		
Е-500-13,8-560ГМВН (модель ТГМЕ-428/А) Е-500-13,8-560ГМВН (модель ТГМЕ-428/АСО)	500	13,8	560	94,8	17,45	17,05	24,766	мазут	1750
Е-500-13,8-560ГМВН (модель ТГМЕ-428/АС)				93,5				природный газ	1800

Паровой котел ТГМЕ-428/А предназначен для получения перегретого пара высокого давления.

Паровой котел – малогабаритный, с вихревой топкой НПО ЦКТИ, с естественной циркуляцией, однобарабанный, с многоходовой компоновкой поверхностей нагрева. Котел газоплотный, под наддувом или с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры и трех конвективных газоходов образованы газоплотными панелями из труб, между которыми вварена полоса.

Пароперегреватель котла состоит из радиационного пароперегревателя и ширм, расположенных в топке, и ширмово-конвективных поверхностей нагрева, расположенных в первых двух по ходу газов конвективных газоходах. В последнем газоходе расположен мембранный экономайзер.

Для подогрева воздуха котел укомплектован двумя регенеративными воздухоподогревателями.

Регулирование температуры перегретого пара осуществляется впрыском собственного конденсата.

На котле установлено 6 прямооточных горелок, рассчитанных на раздельное и совместное сжигание газа и мазута и позволяющих получить окислы азота, отвечающие требованиям ГОСТ 28269-89 «Котлы паровые...».

Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара автоматизированы.

#### **Котел имеет модификации:**

ТГМЕ-428/А – не сейсмичный;

ТГМЕ-428/АС – сейсмичный;

ТГМЕ-428/АСО – сейсмичный с открытой компоновкой.

### Паровой котел Е-500-13,8-560КТ (модели ТПЕ-430, ТПЕ-430/А)

#### Основные технические данные

Тип котла	Паро-производительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т
					ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	высота на верхней точке котла		
Е-500-13,8-560КТ (ТПЕ-430) Е-500-13,8-560КТ (ТПЕ-430/А)	500	13,8	560	91	24	24	43,8	кузнечный уголь марки СС	1100

Паровые котлы ТПЕ-430 и ТПЕ-430/А предназначены для выработки перегретого пара с рабочим давлением 13,8 МПа и температурой 560°С при сжигании каменных углей.

Паровые котлы однобарабанные, с естественной циркуляцией, имеют П-образную компоновку поверхностей нагрева. Котлы газоплотные с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры, горизонтального и опускающего конвективного газоходов образованы газоплотными панелями из труб, между которыми вварена полоса. Пароперегреватель котлов состоит из радиационного и ширмового пароперегревателей, расположенных в верхней части топки, и двух конвективных ступеней в горизонтальном газоходе.

Мембранный экономайзер состоит из двух ступеней и находится в опускающем газоходе.

Регулирование температуры перегрева пара осуществляется впрыском собственного конденсата.

Котлы оборудованы восемью плоскофакельными горелками.

Для подогрева воздуха котел ТПЕ-430 снабжен трубчатым и регенеративным воздухоподогревателями.

В котле ТПЕ-430/А отсутствует трубчатый воздухоподогреватель и подогрев воздуха осуществляется в двух регенеративных воздухоподогревателях.

Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

## Паровой котел Е-500-13,8-560ГН для работы в составе парогазовой установки (модели ТГЕ-435/ПГУ)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т
				ширина	глубина	высота		
500	13,8	560	93,3	14,6	16,85	32,9	природный газ	2190

Паровой котел ТГЕ-435/ПГУ предназначен для получения пара высокого давления и утилизации тепла после газовой турбины в составе парогазовой установки (ПГУ).

Паровой котел однобарабанный, с естественной циркуляцией, имеет П-образную сомкнутую компоновку поверхностей нагрева. Котел газоплотный для работы под наддувом.

Стены топочной камеры и опускного конвективного газохода экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми вварена полоса. В средней части топки размещены в два яруса панели радиационного пароперегревателя, на выходе из топки размещен ширмовый пароперегреватель. В опускном газоходе расположены последовательно по ходу газов три ступени конвективного

пароперегревателя (КПП 1, КПП 2, КПП 3), водяной экономайзер, совмещенный с газоводоподогревателем высокого давления, а также газоводоподогреватель низкого давления.

Регулирование температуры осуществляется впрыском собственного конденсата. На боковых стенах топки встречно расположены в два яруса 8 вихревых горелок и над ними 10 сбросных сопел. К ним подводятся в качестве окислителя выхлопные газы газовой турбины, смешанные с добавочным воздухом. Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

## Паровой котел Е-500-13,8-560ГМ (модели ТГМЕ-436)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т
				ширина	глубина	высота		
500	13,8	560	94,5/90,5	14,6	17,9	41,6	природный газ, мазут	2100

Паровой котел ТГМЕ-436 предназначен для получения перегретого пара высокого давления при сжигании природного газа и мазута.

Паровой котел, однобарабанный, с естественной циркуляцией, имеет П-образную сомкнутую компоновку поверхностей нагрева. Котел газоплотный с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры, подъемного и опускного конвективного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми вварена полоса.

В подъемном газоходе расположены 2 ступени горизонтального ширмового пароперегревателя, а в опускном газоходе – 3 ступени конвективного пароперегревателя и 2 ступени водяного эконо-

майзера. Для подогрева воздуха за пределами котла установлено 2 регенеративных воздухоподогревателя.

Регулирование температуры перегрева осуществляется впрыском собственного конденсата. На боковых стенах топки встречно расположены в три яруса 12 вихревых горелок, рассчитанных на раздельное и совместное сжигание газа и мазута и позволяющих организовать ступенчатое сжигание топлива с целью максимального подавления выбросов окислов азота.

Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

## Паровой котел Е-500-13,8-560ГМН (модели ТГМЕ-464)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т
				ширина	глубина	высота		
500	13,8	560	94,5/90,5	14,6	17,9	41,6	природный газ, мазут	2100

Паровой котел ТГМЕ-464 предназначен для получения пара высокого давления при сжигании газа и мазута. Паровой котел, однобарабанный, с естественной циркуляцией, имеет П-образную компоновку поверхностей нагрева. Котел газоплотный с уравнивающей тягой. Стены топочной камеры, переходного и опускного конвективного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми вварена полоса. В средней части (по высоте) топки расположены панели радиационного пароперегревателя, на выходе из топки размещен ширмовый пароперегреватель, а в переходном газоходе находится 4 ступени конвективного пароперегревателя. Мембранный экономайзер

крепится на подвесных трубах в опускном газоходе. Регулирование температуры перегрева осуществляется впрыском собственного конденсата. На задней стене в два яруса по высоте установлены 8 газомазутных горелок, над которыми расположены сопла вторичного дутья, что позволяет организовать ступенчатое сжигание топлива с целью обеспечения нормативных выбросов окислов азота. Подогрев воздуха осуществляется в двух регенеративных воздухоподогревателях, установленных вне котла. Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

## Паровой котел Е-500-14-545Г (модели ТГЕ-85М)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Основной вид топлива
500	14	545	95	природный газ

Паровой котел ТГЕ-85М предназначен для сжигания природного газа. Котел барабанный с естественной циркуляцией. Компоновка поверхностей нагрева котла – П-образная. Стены топочной камеры, переходного и опускного конвективного газоходов выполнены газоплотными из труб 60 и 32 мм с варкой полосы 6х20 между трубами. На выходе из топки и в переходном газоходе располагаются 4 ступени конвективного пароперегревателя. Регулирование температуры перегретого пара осуществляется двумя ступенями впрыскивающих парохладителей.

На фронтальной стене котла в два яруса расположены восемь горелок. Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегретого пара полностью автоматизированы. У модернизированного котла улучшены экономические и экологические показатели, повышена надежность поверхностей нагрева с учетом расчетного ресурса 200 000 часов.

## 1.2.8 Паровые котлы производительностью 630 т/ч

### Паровой котел Е-630-14-565КТ (модели ТПЕ-216М)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа	Температура пара, °С	КПД, % (брутто)	Основной вид топлива
630	14	565	93	бурый уголь Канско-Ачинского, Харанорского и др. месторождений

Паровой котел ТПЕ-216М предназначен для сжигания бурых углей. Котел барабанный с естественной циркуляцией и промперегревом. Компоновка поверхностей нагрева котла – П-образная.

Стены топочной камеры, переходного и опускного конвективного газоходов выполнены газоплотными из труб 60 и 32 мм с варкой полосы 6х20 между трубами.



Пароперегреватель высокого давления состоит из настенного радиационного пароперегревателя, потолочного пароперегревателя, ограждений переходного и опускного газоходов, двух ступеней ширмового пароперегревателя и конвективного пароперегревателя, а пароперегреватель низкого давления – из трех ступеней конвективного пароперегревателя и паропарового теплообменника. Регулирование температуры перегретого пара высокого давления осуществляется тремя ступенями впрыскивающих пароохладителей и по низкому давлению – впрыскивающим и поверхностным пароохладителями (паропаровым теплообменником).

На фронтальной, задней и боковых стенах котла тангенциально, в два яруса, расположены двенадцать горелок.

Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегретого пара полностью автоматизированы.

У модернизированного котла улучшены экономические показатели (КПД блока: котел + новая турбина К-225-130 увеличивается на 4,5%), внедрено трехступенчатое сжигание топлива для подавления оксидов азота, повышена надежность поверхностей нагрева с учетом расчетного ресурса 200 000 часов.

## Паровой котел Еп-660/555-13,8/3,87-541/541 (модели ТГМЕ-223/ВО)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/час	Давление пара, МПа (кгс/см²)	Температура перегретого пара, °С	Температура питательной воды, °С	КПД, % (брутто)		Основной вид топлива	Габариты котла, м		
				при работе на мазуте и нефти	при работе на газе		глубина, по осям колонн	ширина, по осям колонн	высота, верхняя отметка
660/555	13,8	541	248	92,5	93,5	газ, мазут, нефть	27,800	21,000	52,280

Паровой котел с естественной циркуляцией состоит из одного корпуса с симметричным расположением поверхностей нагрева, выполненных по П-образной сомкнутой компоновке, и предназначен для работы под наддувом.

Котел имеет два самостоятельных потока по водяному и паровому трактам.

Котел оборудован топочным устройством для раздельного сжигания мазута и природного газа и состоит из топочной камеры, подъемного и опускного газоходов. В верхней части топочная камера имеет одностороннее (со стороны фронта) сужение, образующее выходное окно топки и являющееся одновременно переходом от топочной камеры к подъемному газоходу, в котором размещены пароперегреватель высокого давления и выход-

ная ступень промежуточного пароперегревателя.

В опускном газоходе расположены входная ступень промежуточного пароперегревателя и водяной экономайзер. Ленточный радиационный пароперегреватель размещен в два яруса в верхней части топки. Задний экран топочной камеры служит разделительной стеной между подъемным и опускным конвективным газоходами и имеет в верхней части окно для перепуска газов из подъемного газохода в опускной. Подъемный газоход экранирован испарительными цельносварными экранами. Задняя и боковые стены опускного газоходов, а также потолок над газоходами экранированы цельносварными панелями, включенными в тракт пароперегревателя высокого давления.

## 1.2.9 Паровые котлы производительностью 670 т/ч

### Паровой котел Еп-670-13,8-545ГМ (модели ТГМЕ-206)

Паровой котел ТГМЕ-206 предназначен для получения перегретого пара высокого давления. Паровой котел однобарабанный, с естественной циркуляцией, имеет П-образную компоновку поверхностей нагрева. Котел газоплотный с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры, переходного и опускного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми вварены полосы. В средней части топки (по высоте) размещен радиационный, а в верхней части – ширмовый пароперегреватели высокого давления. В переходном газоходе последовательно по ходу газов расположены две ступени конвективного паропе-

регревателя высокого давления и две ступени конвективного пароперегревателя низкого давления. В опускном газоходе установлен гладкотрубный или (по желанию заказчика) мембранный экономайзер. Для подогрева воздуха используются два регенеративных воздухоподогревателя, вынесенные за здание котельной.

Регулирование температуры перегрева пара высокого и низкого давления осуществляется впрыском питательной воды и собственного конденсата.

На задней стене топочной камеры установлено в 2 яруса 12 вихревых горелок для сжигания газа и мазута (в модели ТГМЕ-206П – 8 полуподовых

горелок). В котле организовано многоступенчатое сжигание топлива для получения выбросов окислов азота.

Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

#### Котел имеет модификации:

ТГМЕ-206/ХЛ – для работы в холодных климатических условиях;

ТГМЕ-206/С – сейсмичный;

ТГМЕ-206/СО, ТГМЕ-206/АСО, ТГМЕ-206/БСО – сейсмичный с открытой компоновкой;  
ТГМЕ-206/ВСО, ТГМЕ-206/ДВСО – ветровой, сейсмичный с открытой компоновкой;  
ТГМЕ-206/П – газоплотный под наддувом с полуподовым расположением горелок.

#### Основные технические данные

Тип котла	Паропроизводительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т	КПД котла (брутто, %)
				ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	отметка на верхней точке котла			
Еп-670-13,8-545ГМ (модель ТГМЕ-206)	186,1 (670)	13,8 2,4	545 545	21,7	22,08	36,64	природный газ, мазут	2810	93,0 92,5
Еп-670-13,8-545ГМ (модель ТГМЕ-206/ХЛ)	186,1 (670)	13,8 2,4	545 545	21,7	22,08	36,64	природный газ, мазут	2950	93,90 92,5
Еп-670-13,8-545ГМ (модель ТГМЕ-206/С)	186,1 (670)	13,8 2,4	545 545	21,7	22,08	36,64	природный газ, мазут	2950	94,4 93,4
Еп-670-13,8-545ГМ (модель ТГМЕ-206/АСО)	186,1 (670)	13,8 2,4	545 545	21,7	22,08	36,64	природный газ, мазут	3150	93,6 92,5
Еп-670-13,8-545Г (модель ТГМЕ-206/ВСО)	186,1 (670)	13,8 2,4	545 545	21,7	22,08	36,64	природный газ, мазут	2870	93,0
Еп-670-13,8-545ГМ (модель ТГМЕ-206/БСО)	186,1 (670)	13,8 2,4	545 545	21,7	22,08	36,64	природный газ, мазут	3100	95,0 92,0
Еп-670-13,8-545М (модель ТГМЕ-206/ДВСО)	186,1 (670)	13,8 2,4	545	21,7	22,08	36,64	природный газ, мазут	2950	93,0
Еп-670-13,8-545ГМН (модель ТГМЕ-206/П)	186,1 (670)	13,8 2,4	545 545	21,7	22,08	36,64	природный газ, мазут	3000	94,4 93,4

#### Паровой котел Еп-670-13,8-545КТ (модели ТПЕ-214/СЗХЛ)

Паровой котел ТПЕ-214/СЗХЛ предназначен для получения пара высокого давления с промпрегревом при сжигании рядового каменного угля. Котел газоплотный под разрежением.

Паровой котел однокорпусный, барабанный, с естественной циркуляцией, выполнен по П-образной схеме компоновки. Стены топочной камеры и газоходов котла экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми вварена полоса. Котел состоит из топочной камеры и опускной конвективной шахты, соединенных в верхней части переходным газоходом. Топочная камера призматическая, все стены которой образованы испарительными газоплотными панелями из труб, между которыми вварена полоса.

В верхней части топки расположены радиационный настенный и две ступени ширмового пароперегревателей высокого давления, а в переходном газоходе – две ступени конвективного пароперегревателя низкого давления. Водяной экономайзер состоит из двух частей и находится в опускном газоходе.

Регулирование температуры первичного пара производится впрыском питательной воды, а температуры вторичного пара – рециркуляцией дымовых газов и впрыском питательной воды.

Топочная камера оборудована восемью угловыми прямоточными горелками, расположенными в два яруса.

Для подогрева воздуха используется комбинированный воздухоподогреватель, состоящий из трубчатого воздухоподогревателя и двух регенеративных вращающихся воздухоподогревателей типа РВП-68.

Котел устанавливается в здании и не имеет собственного каркаса. Он предназначен для установки в районах с холодным климатом. Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

#### Модернизированный паровой котел ТПЕ-214/А

Модернизированный паровой котел ТПЕ-214/А предназначен для выработки перегретого пара при сжигании кузнецких каменных углей марок «Г» и «Д», львовско-волынских каменных углей и водугольных суспензий (ВУС) с концентрацией твердой фазы 61-64%.

В конструкцию котла ТПЕ-214/СЗХЛ, приспособленного под сжигание ВУС, внесены следующие конструктивные изменения:

- установлены новые горелочные устройства и амбразуры горелок (блочные итальянские горелки и отечественные горелки для сжигания твердого топлива) и форсунки для сжигания ВУС;
- заменены два РВП-68 на два РВП-88;
- заменено оборудование газозвоздушного тракта;
- гладкотрубный водяной экономайзер заменен мембранным.

Для Добротворской ГРЭС создан котел ТПЕ-214/А для маневренного блока.

#### Модернизированный паровой котел ТПЕ-214/Б

Модернизированный паровой котел ТПЕ-214/Б предназначен для выработки перегретого пара при сжигании кузнечных каменных углей марок «Г» и «Д». В конструкцию котла внесены следующие конструктивные изменения:

- реализована схема трехступенчатого сжигания твердого топлива;
- изменена конструкция настенного радиационного пароперегревателя низкого давления;
- установлены новые горелочные устройства.

Техническими условиями на поставку котла гарантированы выбросы окислов азота не более 570 мг/нм<sup>3</sup>, что ниже нормативных. Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара автоматизированы.

#### Основные технические данные

Тип котла	Паропроизводительность, кг/с (т/ч)	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т	КПД котла (брутто, %)
				ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	отметка на верхней точке котла			
Еп-640-13,8-545КТ (модель ТПЕ-214/СЗХЛ)	186,1 (670)	13,8 2,44	545 545	36,0	40,0	68,89	рядовой каменный уголь, промпродукт Нерюнгринского угля	3886	91,5
Еп-640-13,8-545КТ (модель ТПЕ-214/А)	186,1 (670)	13,8 2,44	545 545	36,0	40,0	68,89 67,4 по хребтовым балкам	каменные угли «Г» и «Д», ВУС	4141	92,0
Еп-640-13,8-545КТ (модель ТПЕ-214/Б)	186,1 (670)	13,8 2,44	545 545	36,0	40,0	68,89	каменные угли «Г» и «Д»	4141	91,5

#### Паровой котел Еп-670-13,8-545КТ (модели ТПЕ-215)

##### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/ч	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т	КПД котла (брутто, %)
			ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	отметка на верхней точке котла			
670	13,8	545	32,8	23,0	56,5	каменный уголь, природный газ	5700	91,7 93,0

Паровой котел типа ТПЕ-215 предназначен для получения пара высокого давления.

Паровой котел однорабанный, с естественной циркуляцией, с промперегревом, однокорпусный, выполнен по Т-образной компоновке. Стены топочной камеры и газоходов котла экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми вварена полоса.

В верхней части топки расположен радиационный пароперегреватель, в поворотных газоходах – ширмовый пароперегреватель, выходные ступени конвективных пароперегревателей высокого и низкого давления, промежуточная ступень вторичного пароперегревателя. Входная часть пароперегревателя низкого давления и водяной экономайзер расположены в опускных газоходах. Топка оборудована 16 прямооточными плоскофакельными горелками, расположенными на боковых стенах в два яруса.

Регулирование температуры перегрева первичного пара осуществляется изменением положения факела в топке, подачей рециркулирующих газов в топочную камеру и впрыском собственного конденсата, конструктивно предусмотрена возможность впрыска в парохладители питательной воды. Для регулирования температуры вторичного пара предусмотрены впрыскивающие парохладители и возможность изменения количества пара, проходящего через регулируемую ступень. Воздух подогревается в трубчатом воздухоподогревателе, размещенном в обеих конвективных шахтах. Воздухоподогреватель выполнен в виде двух ступеней. Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты технологических процессов.

## Паровой котел Еп-670-13,8-545БТ (модели ТПЕ-216)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/ч	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т	КПД котла (брутто, %)
			ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	отметка на верхней точке котла			
670	13,8	545	37,2	36,1	74,5	харанорские, ирша-бородинские, березовские и другие бурые угли	6900	91,5

Паровой котел ТПЕ-216 предназначен для получения острого пара при сжигании бурых углей с большим содержанием влаги, с высоким содержанием в золе окислов кальция (до 50%) и высокоабразивных углей.

Паровой котел однобарабанный, с естественной циркуляцией, имеет П-образную компоновку поверхностей нагрева. Котел газоплотный с уравновешенной тягой. Стены топочной камеры и газоходов котла экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми вварена полоса.

В верхней части топки расположен радиационный пароперегреватель, в поворотном газоходе – две ступени ширмового пароперегревателя, выходная ступень вторичного пароперегревателя, конвективная часть пароперегревателя высокого давления и промежуточная ступень пароперегревателя низкого давления. Входная часть пароперегревателя низкого давления и водяной экономайзер расположены в опускном газоходе.

Регулирование температуры перегрева пара высокого и низкого давления осуществляется впрыском собственного конденсата и питательной воды.

На фронтальной, задней и боковых стенах топки расположены тангенциально в три яруса пылеугольные горелки, создающие устойчивый вертикальный вихрь в зоне сжигания топлива. Надежность работы котла обеспечивается газовой сушкой топлива газами, отбираемыми из верхней части топки, низкотемпературным сжиганием топлива и умеренными скоростями газов по газоходам. Эти мероприятия и комплекс устройств на котле гарантируют низкий выход окислов азота без дополнительных средств очистки газов. Подогрев воздуха происходит в трубчатом воздухоподогревателе, выполненном в виде двух колонок, расположенных по бокам опускного газохода.

Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

## Паровой котел Еп-670-13,8-545ГМ (модели ТГМЕ-221)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/ч	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т	КПД котла (брутто, %)
			ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	отметка на верхней точке котла			
670	13,8	545	18,8	21	50,885	природный газ, мазут	3300	94,4 93,3

Паровой котел ТГМЕ-221 предназначен для выработки пара сверхвысокого давления и промежуточного пара среднего давления.

Паровой котел однобарабанный, с естественной циркуляцией, имеет П-образную сомкнутую компоновку поверхностей нагрева. Котел газоплотный с уравновешенной тягой. Стены топочной камеры, подъемного и опускного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми вварены полосы. Пароперегреватель высокого давления состоит из радиационного настенного, расположенного в верхней части топки, ширмового и двух ступеней конвективного пароперегревателей, расположенных в подъемном газоходе.

Входная ступень промежуточного пароперегревателя и мембранный водяной экономайзер расположены в опускном конвективном газоходе, а выход-

ная ступень промперегревателя – в верхней части подъемного газохода.

Регулирование температуры перегрева пара осуществляется впрыском питательной воды. Для регулирования температуры промежуточного пара используется рециркуляция дымовых газов.

На фронтальной и задней стенах топки расположены в 2 яруса встречно 16 вихревых горелок, которые используются для организации двухступенчатого сжигания топлива с целью снижения возможного выброса окислов азота.

Подогрев воздуха осуществляется в двух регенеративных воздухоподогревателях, установленных за пределами котла.

Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

## Паровой котел Еп-670-13,8-541ГМН (модели ТГМЕ-223/ВО)

### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/ч	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т	КПД котла (брутто), %
			ширина в осях колонн	глубина в осях колонн	отметка на верхней точке котла			
670	13,8	541	18,8	21	51,245	природный газ	3500 (без РВП)	93,5
						мазут, серая нефть		92,5

Паровой котел ТГМЕ-223/ВО предназначен для выработки пара высокого давления и промежуточного пара среднего давления.

Паровой котел однобарабанный, с естественной циркуляцией, имеет П-образную сомкнутую компоновку поверхностей нагрева. Котел газоплотный с уравновешенной тягой.

Стены топочной камеры, подъемного и опускного газоходов экранированы газоплотными панелями из труб, между которыми вварены полосы. Пароперегреватель высокого давления состоит из радиационного настенного, расположенного в верхней части топки, ширмового и двух ступеней конвективного пароперегревателей, расположенных в подъемном газоходе.

Входная ступень промежуточного пароперегревателя и мембранный водяной экономайзер расположены в опускном конвективном газоходе, а выход-

ная ступень промперегревателя – в верхней части подъемного газохода.

Регулирование температуры перегрева пара осуществляется впрыском питательной воды. Для регулирования температуры промежуточного пара используется рециркуляция дымовых газов.

На фронтальной и задней стенах топки расположены в два яруса встречно 16 вихревых горелок, которые используются для организации двухступенчатого сжигания топлива с целью снижения возможного выброса окислов азота.

Подогрев воздуха осуществляется в двух регенеративных воздухоподогревателях, установленных за пределами котла.

Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

## 1.2.10 Паровые котлы производительностью 920 т/ч

### Паровой котел Еп-920-920-17,6-543/543 (модели ТПЕ-318/СО)

#### Основные технические данные

Паропроизводительность, т/ч	Давление на выходе, МПа	Температура пара, °С	КПД котла (брутто), %	Габариты котла, м			Основной вид топлива	Общий вес металла, т
				ширина	глубина	высота		
920	17,6	543	89,3	50	46,8	75,3	антрацит	8300

Паровой котел Еп-920-920-17,6-543/543 предназначен для выработки пара предкритического давления с однократным промежуточным перегревом пара для паровой турбины мощностью 300 МВт.

Котел барабанный с естественной циркуляцией, давление пара за котлом – 17,6 МПа, пылеугольный, рассчитан на сжигание антрацита, выполнен по П-образной открытой компоновке с усиленным собственным каркасом, для работы в зонах с повышенной сейсмической активностью.

Топочная камера открытая, призматической формы, образована цельносварными трубчатыми экранами. Часть экранов в области высоких тепловых потоков выполнена из труб, с внутренним винтовым оребрением. В верхней части топки размещены поверхности радиационных перегревателей высокого и низкого давлений. В нижней части топки расположена холодная воронка со шлаковой лепкой. Над холодной воронкой, на фронтальной и задней стенах установлены в два яруса 6 пылеугольных вихревых горелок для

работы на антраците, размалываемом в шаровых барабанных мельницах. Зона активного горения в области горелок покрыта огнеупорной массой по оштупованным трубам с целью создания благоприятных условий для воспламенения антрацита. Горизонтальный газоход экранирован цельносварными трубчатыми панелями. В газоходе последовательно по ходу газов размещены: ширмовый пароперегреватель, промежуточная ступень конвективного пароперегревателя высокого давления, входная ступень конвективного пароперегревателя высокого давления.

В опускном газоходе последовательно по ходу газов размещены: выходная ступень трубчатого воздухоподогревателя, экономайзер, входная ступень трубчатого воздухоподогревателя.

Верхняя часть котла укрыта теплоизолирующим колпаком, исключающим необходимость в индивидуальной изоляции коллекторов и пароперепусковых трубопроводов.



Тракт высокого давления от барабана до выхода из котла выполнен двухпоточным. Тракт низкого давления от входа в котел до выхода – также двухпоточный.

Регулирование температуры пара высокого давления осуществляется впрыском питательной воды, а регулирование температуры пара промпрегревателя – с помощью паропаровых теплообменников.

Котел снабжен очисткой поверхностей нагрева, необходимой арматурой, контрольно-измерительными приборами, а также средствами автоматизации и защиты.

## 2. КОТЛЫ-УТИЛИЗАТОРЫ для парогазовых установок

Энергетическая стратегия России в ближайшие 10-15 лет предусматривает приоритетный ввод высокоэкономичных парогазовых установок с учетом примеров мировой практики. Важными шагами на этом пути становятся ввод новых энергоблоков с ПГУ, техническое перевооружение тепловых электростанций, а также замена паротурбинных установок на площадках действующих ГРЭС на блоки с ПГУ.

Строительство парогазовых и газотурбинных установок является наиболее перспективным направлением развития технологии использования природного газа в мировой энергетике. Сроки окупаемости ПГУ и ГТУ значительно ниже, чем у традиционных паросиловых энергоблоков, а коэффициент полезного действия (КПД) наиболее экономичных современных бинарных ПГУ достигает 55-60%.

Все эти факторы заставляют активнее работать производителей энергетического оборудования над улучшением технико-экономических показателей выпускаемой продукции, решительнее осуществлять поиск новых конструктивных решений, внедрять передовые технологии изготовления продукции.

ТКЗ «Красный котельщик», обладающий огромным опытом создания и производства традиционной котельной продукции, занимается проектированием и производством котлов-утилизаторов для ПГУ и ГТУ с 1993 года. До этого времени предприятие участвовало в проектировании и производстве котельного оборудования для ПГУ со сбросом газов из газовой турбины в энергетический котел.

Сегодня «Красный котельщик» принимает активное участие в работах по проектированию, изготовлению, комплектации и поставкам котельного оборудования к ПГУ и ГТУ, предлагает свои услуги

по оснащению котлов-утилизаторов ПГУ и ГТУ автоматизированной, непрерывно функционирующей системой технической диагностики, позволяющей снизить затраты на обследование и ремонты оборудования, повысить его ресурс.

Котлы-утилизаторы ТКЗ «Красный котельщик» с диапазоном мощностей газовых турбин от 2,5 до 60 МВт поставляются законченными блоками, полностью собранными на заводе и подготовленными к монтажу.

Это котлы-утилизаторы различных типов:

- паровые и водогрейные;
- оснащенные дожигающим устройством или без него;
- одного, двух или трех уровней давлений;
- вертикального и горизонтального профиля;
- подвесные, самоопорные и т. д.

В комплекте с котлами-утилизаторами поставляется следующее оборудование:

- циркуляционные насосы;
- неметаллические компенсаторы на газоходах;
- шумоглушители;
- шиберы, дождевые заслонки;
- металлические дымовые трубы;
- металлоконструкции здания;
- теплообменное и другое оборудование.

ОАО ТКЗ «Красный котельщик» располагает всем необходимым оборудованием, производственными мощностями и конструкторским потенциалом, чтобы в кратчайшие сроки спроектировать и изготовить котлы-утилизаторы и теплообменники различных назначений и параметров для ПГУ и ГТУ любой мощности.



## 2.1 Изготовленные и поставленные водогрейные котлы-утилизаторы

### 2.1.1 Котел-утилизатор КУВ-46,4-130

#### Основные технические данные

Модель	Компоновка котла	Вид двигателя	Модель двигателя	Расход воды, т/ч	Расход газов за двигателем, м³/ч	Теплопроизводительность, Гкал/ч	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Гидравлическое сопротивление котла, МПа	Давление воды, МПа	Температура воды на входе, °C	Температура воды на выходе, °C	Температура газов после двигателя, °C	Температура уходящих газов, °C	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Масса, кг	Объект
КУВ-46,4-130	горизонтальный	ГТД	LM 6000 PF	662	598017,6	40	2500	0,3	1,6	70	130	449,9	124	5200	6150	11500	100000	ЦПВБ г. Владивосток

Котел-утилизатор КУВ-46,4-130 предназначен для нагрева сетевой воды при работе за газотурбинной установкой LM 6000 PF производства General Electric. Котел-утилизатор горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхности нагрева, подвесной конструкции.

Котел-утилизатор предназначен для применения в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом и выполнен для открытой компоновки. Категория размещения – УХЛ4 по ГОСТ 15150-69. Регулирование теплопроизводительности котла-утилизатора, с сохранением номинальных параметров давления и температуры, осуществляется изменением расхода дымовых газов через газоходы котла путем байпасирования части дымовых газов в дымовую трубу.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой.

Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

#### В состав котла-утилизатора входят:

- газовый подогреватель сетевой воды;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- байпасный газоход;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шиббер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

### 2.1.2 Котел-утилизатор КУВ-38,1-185

#### Основные технические данные

Модель	Компоновка котла	Вид двигателя	Модель двигателя	Расход воды, т/ч	Расход газов за двигателем, м³/ч	Теплопроизводительность, Гкал/ч	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Гидравлическое сопротивление котла, МПа	Давление воды, МПа	Температура воды на входе, °C	Температура воды на выходе, °C	Температура газов после двигателя, °C	Температура уходящих газов, °C	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Масса, кг	Объект
КУВ-38,1-185	горизонтальный	ГТД	LM 6000 PF	662	598017,6	40	2500	0,3	1,6	70	130	449,9	124	5200	6150	11500	100000	Якутская ГРЭС-2

Котел-утилизатор КУВ-38,1-185 предназначен для нагрева сетевой воды при работе за газотурбинной установки LM 6000 PF производства General Electric.

Котел-утилизатор горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхности нагрева, подвесной конструкции.

Котел-утилизатор предназначен для применения в макроклиматических районах с умеренным

и холодным климатом и выполнен для открытой компоновки. Категория размещения – УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

Регулирование теплопроизводительности котла-утилизатора, с сохранением номинальных параметров давления и температуры, осуществляется изменением расхода дымовых газов через газоходы котла путем байпасирования части дымовых газов в дымовую трубу.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

#### В состав котла-утилизатора входят:

- газовый подогреватель сетевой воды;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- байпасный газоход;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шиббер-дождевая заслонка.

## 2.1.3 Котел-утилизатор Е-20-0,7-170 (модели ЭМА-040-КУ, ЭМА-041-КУ)

### Основные технические данные

Модель	Компоновка котла	Вид двигателя	Модель двигателя	Расход газов за двигателем, $\text{м}^3/\text{ч}$ (кг/с)	Теплопроизводительность, Гкал/ч (МВт)	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Выходные параметры по первому контуру			Температура газов после двигателя, °С	Температура уходящих газов, °С	Длина, мм*	Ширина, мм*	Высота, мм*	Объект
							Давление пара на выходе, МПа	Паропроизводительность по перегретому пару, т/ч	Температура пара на выходе, °С						
Е-20-0,7-170	горизонтальный	ГТД	SGT-300	(29,3)	(13,5)	2000	0,7	20	170	546	124	15000	3000	16000	ООО «Маяк-Энергия», г. Пенза

\* – указаны габариты котла без КВО и дымовых труб.

Котел-утилизатор Е-20-0,7-170 предназначен для выработки пара одного давления при работе в составе парогазовой установки (ПГУ). Энергоблок ПГУ состоит из одной газовой турбины Siemens SGT-300 (ГТУ) и одного парового котла-утилизатора. Поставлено два котла для двух энергоблоков ООО «Маяк-Энергия», г. Пенза. Планируется к поставке третий котел. Вырабатываемый в котле пар предназначен для промышленных (технологических) целей и питания теплофикационного бойлера для нагрева горячей воды. Котел-утилизатор с естественной циркуляцией, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, подвесной конструкции. Котел-утилизатор предназначен для применения в макроклиматических районах с умеренным климатом и выполнен для открытой компоновки. Категория размещения – УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69. Регулирование паропроизводительности котла-утилизатора, с сохранением номинальных параметров давления и температуры перегретого пара, осуществляется изменением расхода дымовых газов через газоходы котла путем байпасирования части дымовых газов в дымовую трубу. Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят

потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

#### В состав котла-утилизатора входят:

- водяной экономайзер;
- испаритель;
- барабан с внутривибрационными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шиббер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор имеет испарительный контур с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.1.4 Котел-утилизатор Е-22,9-3,9-310

### Основные технические данные

Модель	Компоновка котла	Вид двигателя	Модель двигателя	Расход газов за двигателем, $\text{м}^3/\text{ч}$ (кг/с)	Теплопроизводительность, Гкал/ч (МВт)	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Выходные параметры по первому контуру			Температура газов после двигателя, °С	Температура уходящих газов, °С	Длина, мм*	Ширина, мм*	Высота, мм*	Масса, кг*	Объект	Примечание
							Давление пара на выходе, МПа	Паропроизводительность по перегретому пару, т/ч	Температура пара на выходе, °С								
Е-22,9-3,9-310	горизонтальный	ГТД	ДУ80Л	(71,5)	(14,2)	2000	3,9	22,9	310	435	191	13550	3500	17000	360000	ООО «Ставролен», г. Буденновск	с байпасной дымовой трубой

\* – указаны габариты и масса котла без КВО и дымовых труб.

Котел-утилизатор Е-22,9-3,9-310 предназначен для выработки пара одного давления при работе в составе дожимной компрессорной установки сухого отбензиненного газа для газоперерабатывающей установки ООО «Ставролен», г. Буденновск. Перегретый пар от котла-утилизатора поступает в общестанционный коллектор и далее используется для технологических нужд предприятия. Котел-утилизатор с естественной циркуляцией, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, подвесной конструкции.

Котел-утилизатор предназначен для применения в макроклиматических районах с умеренным климатом и выполнен для открытой компоновки. Категория размещения – У1, У2 по ГОСТ 15150-69. Регулирование паропроизводительности котла-утилизатора, с сохранением номинальных параметров давления и температуры острого пара, осуществляется изменением расхода дымовых газов через газоходы котла путем байпасирования части дымовых газов в байпасную дымовую трубу. Оборудование котла снабжено спутниковым электрическим обогревом для эксплуатации при отрицательных температурах атмосферного воздуха. Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой.

Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

#### В состав котла-утилизатора входят:

- водяной экономайзер;
- испаритель;
- пароперегреватель;
- барабан с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- основная дымовая труба;
- байпасная дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шибер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор имеет испарительный контур с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.1.5 Котел-утилизатор КВ-53-180 (модели ТКУ-8)

### Основные технические данные

Кол-во котлов, год поставки	Тип котла	Объект	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Расход газов за турбиной, кг/с	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Теплопроизводительность КУ, Гкал/ч	Расход среды, т/ч	Температура среды на входе, °С	Температура среды на выходе, °С	Давление среды на выходе из котла, кгс/см <sup>2</sup>	Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
1 (1998)	водогрейный без дожигания	ТЭЦ г. Электро-сталь	ГТЭ-25У	139,8	460	45,2	457	80	180	20	105	2380

Подогреватель сетевой воды (ПСТВ) предназначен для подогрева сетевой воды за счет тепла выхлопных газов газовой турбины (ГТ) мощностью 25 МВт. Подогреватель сетевой воды состоит из следующих основных частей: водогрейного котла-ути-

лизатора ТКУ-8 (КУ), водоводяных теплообменников ВВТО-800-2,5 (ВВТО), трубопроводов водяного контура между КУ и ВВТО с арматурой и циркуляционными насосами, каркаса, дымовой трубы с опиранием на каркас ПСТВ.

Котел-утилизатор имеет вертикальный корпус с расположенными в нем поверхностями нагрева.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- два блока поверхностей нагрева;
- три ступени шумоглушителя;
- каркас;
- изоляция;
- шибер-дождевая заслонка.

Поверхности нагрева состоят из горизонтально расположенных пакетов змеевиков, набранных из оребренных труб и объединенных раздающими

и собирающими коллекторами. Котел-утилизатор имеет подвесную конструкцию. Поверхности нагрева подвешиваются за трубные доски с помощью тяг к горизонтальным балкам. Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Водяной теплообменник состоит из двух модулей. Каждый модуль представляет собой кожухотрубный теплообменник с нержавеющей поверхностью нагрева.

Процессы работы ПСВ автоматизированы.

## 2.1.6 Котел-утилизатор КВ-14-132 (модели ТКУ-9)

Основные технические данные

Кол-во котлов, год поставки	Тип котла	Объект	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Расход газов за турбиной, кг/с	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Теплопроизводительность КУ, Гкал/ч	Расход среды, т/ч	Температура среды на выходе, °С	Давление среды на выходе из котла, кгс/см <sup>2</sup>	Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
2 (2000)	водогрейный без дожигания	РТХ, г. Москва, Люблино	ГТЭ-6(6)	50,9	397	14	246,5	132	7	90	2000

Водогрейный котел-утилизатор предназначен для подогрева сетевой воды за счет тепла выхлопных газов газотурбинной установки (ГТУ) мощностью 6 МВт.

Водогрейный котел-утилизатор имеет вертикальную компоновку.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- блок-модуль поверхности нагрева;
- две ступени шумоглушителя;
- каркас;
- изоляция;
- дымовая труба;
- компенсаторы на газоходах.

Дымовая труба опирается на собственный каркас. Поверхность нагрева выполнена в виде законченного блок-модуля, полностью собранного на заводе-изготовителе.

Собственно поверхность нагрева состоит из горизонтально расположенных оребренных труб, объединенных раздающим и собирающим коллекторами. Оребренные трубы опираются и дистанционируются с помощью трубных досок, закрепленных в блок-модули.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом.

Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.1.7 Котел-утилизатор КВ-6,1/0,61-115 (модели ТКУ-12)

Основные технические данные

Кол-во котлов, год поставки	Тип котла	Объект	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Расход газов за турбиной, кг/с	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Теплопроизводительность КУ, Гкал/ч	Расход среды, т/ч	Температура среды на выходе, °С	Давление среды на выходе из котла, кгс/см <sup>2</sup>	Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
1 (2003)	водогрейный без дожигания	«123АРЗ», г. Старая Русса	ПАХ-2500 (2,5)	20,8	434	6,1	135	115	6,1	100	1500

Водогрейный котел-утилизатор предназначен для подогрева сетевой воды за счет тепла выхлопных газов газотурбинной электростанции на базе ПАЭС-2500 мощностью 2,5 МВт.

Водогрейный котел-утилизатор имеет вертикальную компоновку.

Поверхность нагрева выполнена в виде законченного блок-модуля, полностью собранного на заводе-изготовителе.

Собственно поверхность нагрева состоит из горизонтально расположенных оребренных труб, объединенных раздающим и собирающим коллекторами. Оребренные трубы опираются и дистанционируются с помощью трубных досок, закрепленных в блок-модули.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом.

Котел-утилизатор имеет подвесную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- блок-модуль поверхности нагрева;
- две ступени шумоглушителя;
- каркас;
- изоляция;

- дымовая труба;
- байпасный газоход;
- газорегулирующие шибера;
- компенсаторы на газоходах;
- шибера-дождевая заслонка.

Дымовая труба опирается на каркас котла-утилизатора.

## 2.1.8 Котел-утилизатор КВ-25-150 (модели ТКУ-15)

### Основные технические данные

Кол-во котлов, год поставки	Тип котла	Объект	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Расход газов ГТУ, кг/с	Теплопроизводительность КУ, МВт	Давление сетевой воды на выходе, МПа	Температура сетевой воды на входе, °С	Температура сетевой воды на выходе, °С	Расход сетевой воды, т/ч	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
5 (2006)	водогрейный без дожигания	Энергоцентр на ЦПС «Южное Хмельную», ООО «Нарьян-Мар нефтегаз»	SGT-600 (25)	543	83,44	27	70	150	295	244	2500

Водогрейный котел-утилизатор предназначен для производства горячей воды за счет утилизации тепла выхлопных газов газотурбинной установки SGT-600 мощностью 25 МВт. Отбор тепла осуществляется путем нагрева воды в замкнутом контуре с передачей тепла сетевой воде в пластинчатых теплообменниках.

Водогрейный котел-утилизатор имеет горизонтальную компоновку.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- блок-модуль поверхности нагрева;
- основной и байпасный газоходы;
- опорные конструкции котла-утилизатора;
- газорегулирующие клапаны;
- внешняя теплозвукоизоляция;
- компенсаторы на газоходах;
- декоративная обшивка.

Поверхность нагрева выполнена в виде законченного блок-модуля, полностью собранного на заводе-изготовителе.

Собственно поверхность нагрева состоит из горизонтально расположенных оребренных труб, объединенных раздающим и собирающим коллекторами, и является полностью дренируемой. Оребренные трубы опираются и дистанционируются с помощью трубных досок, закрепленных в блок-модуле.

На выходе из котла-утилизатора установлен блок шумоглушителя производства фирмы-изготовителя газовой турбины SGT-600.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом.

## 2.2 Изготовленные и поставленные паровые котлы-утилизаторы

### 2.2.1 Котел-утилизатор К-60/3,9-350-585 (модели ТКУ-1)

#### Основные технические данные

Кол-во котлов, год поставки	Тип котла	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Расход газов за турбиной, кг/с	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Расход среды, т/ч	Температура среды на выходе, °С	Давление среды на выходе из котла, кгс/см²	Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
4 (1993)	паровой с дожиганием	ДЖ-59 (16)	109	350/594	60	440	40	134	5160

Паровой котел-утилизатор с многократной принудительной циркуляцией, с дожиганием природного газа предназначен для получения перегретого пара за счет тепла выхлопных газов газотурбинной установки (ГТУ) мощностью 16 МВт.

Поверхности нагрева и дожигающее устройство

выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. Котел-утилизатор имеет испарительный контур с многократной принудительной циркуляцией. Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- водяной экономайзер (2 ступени);
- испаритель;
- пароперегреватель;

- барабан с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- циркуляционные насосы;
- каркас;
- изоляция;
- блок дожигающих устройств.

## 2.2.2 Котел-утилизатор К-102/1,5-537-518 (модели ТКУ-4)

Основные технические данные

Кол-во котлов, год поставки	Тип котла	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Расход газов за турбиной, кг/с	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Расход среды, т/ч	Температура среды на выходе, °С	Давление среды на выходе из котла, кгс/см <sup>2</sup>	Теплопроизводительность ГПК, Гкал/ч	Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
1 (1996)	паровой без дожигания	GT 8С (50)	189	518	102,3	290	15	9,86	104	2500

Паровой котел-утилизатор с многократной принудительной циркуляцией в испарительном контуре предназначен для производства перегретого пара и подогрева конденсата за счет теплоты выхлопных газов газотурбинной установки (ГТУ) GT-8С фирмы АBB мощностью 52,8 МВт.

Котел-утилизатор размещается в котельной ячейке ранее эксплуатируемого котла ТП-230 с изменением его высоты за счет обрезки верхней части колонны. Исходя из условий монтажа, ремонта и расположения поверхностей нагрева котла-утилизатора демонтируется ряд балок каркаса котла ТП 230 и монтируется ряд новых балок.

Паровой котел-утилизатор состоит из вертикального корпуса и расположенных в нем поверхностей нагрева.

Поверхности нагрева состоят из горизонтально расположенных пакетов змеевиков, объединенных раздающими и собирающими коллекторами. Все поверхности нагрева подвешиваются за трубные доски с помощью тяг к щитам потолочного перекрытия.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер;
- испаритель;
- пароперегреватель;
- барабан с внутрибарабанными устройствами;
- циркуляционные насосы;
- каркас;
- изоляция.

Котел-утилизатор имеет испарительный контур с многократной принудительной циркуляцией. Котел-утилизатор предусмотрен для работы под наддувом. Изготавливается газоплотным, подвесного типа с креплением элементов котла и обшивки на подвесках к каркасу ранее эксплуатируемого котла ТП-230. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.2.3 Котел-утилизатор К-10/0,9-80-440 (модели ТКУ-5)

Основные технические данные

Кол-во котлов, год поставки	Тип котла	Объект	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Расход газов за турбиной, кг/с	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Расход среды, т/ч	Температура среды на выходе из котла, °С	Давление среды на выходе из котла, кгс/см <sup>2</sup>	Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
1 (1996)	паровой без дожигания	ТЭС «Янус», г. Пермь	ГТЭ-4(4)	28	447	11	320	9	165	1260

Паровой котел-утилизатор с многократной принудительной циркуляцией предназначен для получения перегретого пара за счет тепла выхлопных газов газотурбинной установки (ГТУ) мощностью 4 МВт. Котел-утилизатор имеет вертикальный корпус, в котором расположены поверхности нагрева. Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе.

В состав блок-модулей входят: несущий каркас (обшивка), внутренняя изоляция, поверхности нагрева.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- водяной экономайзер;
- испаритель;
- пароперегреватель;
- барабан с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- циркуляционные насосы;
- каркас;
- изоляция.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом.



Собственно поверхности нагрева состоят из горизонтально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами. Оребренные трубы опираются и дистанционируются с помощью трубных досок, закрепленных в блок-модуле. Котел-утилизатор

имеет испарительный контур с многократной принудительной циркуляцией. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.2.4 Котел-утилизатор К-40/1,4-310-435 (модели ТКУ-6)

### Основные технические данные

Кол-во котлов, год поставки	Тип котла	Объект	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Расход газов за турбиной, кг/с	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Расход среды, т/ч	Температура среды на выходе из котла, °С	Давление среды на выходе из котла, кгс/см²	Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
1 (1998)	паровой без дожигания	Безымянская ТЭЦ, г. Самара	НК-37(25)	110	435	42	280	14	101	2800

Паровой котел-утилизатор с многократной принудительной циркуляцией предназначен для получения перегретого пара, а также подогрева сетевой воды за счет тепла выхлопных газов газотурбинной установки (ГТУ) мощностью 25 МВт.

Паровой котел-утилизатор имеет вертикальный корпус, в котором расположены поверхности нагрева.

#### В состав котла-утилизатора входят:

- газовый подогреватель сетевой воды;
- водяной экономайзер;
- испаритель;
- пароперегреватель;
- барабан с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- циркуляционные насосы;
- каркас;
- изоляция;
- шумоглушитель;
- шиббер-дождевая заслонка.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят несущий каркас (обшивка), внутренняя изоляция, поверхности нагрева. Собственно поверхности нагрева состоят из горизонтально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами. Оребренные трубы опираются и дистанционируются с помощью трубных досок, закрепленных в блок-модуле.

Котел-утилизатор имеет испарительный контур с многократной принудительной циркуляцией. Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.2.5 Котел-утилизатор К-35/3,0-284-461 (модели ТКУ-13)

### Основные технические данные

Кол-во котлов, год поставки	Тип котла	Объект	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Расход газов за турбиной, кг/с	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Расход среды, т/ч	Температура среды на выходе, °С	Давление среды на выходе из котла, кгс/см²	Теплопроизводительность ГПК, Гкал/ч	Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
2 (2004)	паровой без дожигания	Казанская ТЭЦ-1, г. Казань	НК-37(25)	100,5	461	35	390	30	9,6	100	3200

Паровой котел-утилизатор с многократной принудительной циркуляцией предназначен для получения перегретого пара, а также подогрева сетевой воды за счет утилизации тепла выхлопных газов газотурбинной установки (ГТУ) НК-37 мощностью 25 МВт. Паровой котел-утилизатор имеет вертикальный корпус, в котором расположены поверхности нагрева.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят:

несущий каркас (обшивка), внутренняя изоляция, поверхности нагрева.

Собственно поверхности нагрева состоят из горизонтально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

Оребренные трубы опираются и дистанционируются с помощью трубных досок, закрепленных в блок-модули.

Котел-утилизатор имеет испарительный контур с многократной принудительной циркуляцией.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- газовый подогреватель сетевой воды;
- водяной экономайзер;
- испаритель;
- пароперегреватель;
- барабан с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- циркуляционные насосы;
- каркас;

- изоляция;
- шумоглушитель;
- шибер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом.

Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.2.6 Котел-утилизатор К-38/3,9-228-547 (модели ТКУ-14)

### Основные технические данные

Кол-во котлов, год поставки	Тип котла	Объект	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Расход газов за турбиной, кг/с	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Расход среды, т/ч	Температура среды на выходе, °С	Давление среды на выходе из котла, кгс/см <sup>2</sup>	Теплопроизводительность ГПК, Гкал/ч	Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
1 (2005)	паровой без дожигания	ТЭЦ Чепецкого мехзавода	GT-10B2 (25)	80,72	547	38/41	440/400	40/32	8,97/8,47	100	2500

Паровой котел-утилизатор с многократной принудительной циркуляцией предназначен для получения перегретого пара, а также подогрева сетевой воды за счет утилизации тепла выхлопных газов газотурбинной установки (ГТУ) GT-10B2 мощностью 25 МВт. Паровой котел-утилизатор состоит из одного корпуса П-образного профиля.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- газовый подогреватель сетевой воды;
- водяной экономайзер;
- испаритель;
- пароперегреватель;
- барабан с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- циркуляционные насосы;
- каркас;
- изоляция;
- шумоглушитель;
- компенсаторы на газоходах.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе.

В состав блок-модулей входят: несущий каркас (обшивка), внутренняя изоляция, поверхности нагрева.

Собственно поверхности нагрева состоят из горизонтально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами. Оребренные трубы опираются и дистанционируются с помощью трубных досок, закрепленных в блок-модули. Котел-утилизатор имеет испарительный контур с многократной принудительной циркуляцией. Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом.

Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.3 Котлы-утилизаторы, спроектированные по технологии компании NOOTER/ERIKSEN (США), поставленные и введенные в эксплуатацию

В 2008 году было заключено лицензионное соглашение с американской компанией NOOTER/ERIKSEN (США) на весь цикл поставки котлов-утилизаторов, начиная от проектирования и заканчивая вводом оборудования в эксплуатацию.

Компания NOOTER/ERIKSEN является лидером по поставке котлов-утилизаторов на американском рынке. По данным на 2007 год компанией разработано около 600 проектов КУ, которые были введены в эксплуатацию во всем мире.

Следует отметить, что, покупая лицензию, ОАО ТКЗ «Красный котельщик» приобрело технологию проектирования, а значит, возможность не просто воспроизводить оборудование по готовым проектам, а заниматься, в первую очередь, проектированием, что обеспечивает возможность индивидуального подхода к каждому поставляемому котлу-утилизатору (с учетом условий размещения, монтажа и эксплуатации).

Переданный нам опыт иностранных партнеров позволяет пользоваться уже неоднократно отработанными конструктивными решениями, что, в свою очередь, исключает несоответствие расчетных параметров с параметрами при работе оборудования на площадке заказчика.

При эксплуатации парогазовых установок на электростанциях РФ существует множество проблем и нерешенных задач, связанных с отсутствием опыта и конструкторских наработок, а также в большинстве случаев с принятием решений, присущих многолетней практике разработки традиционных котлов.

В решениях при разработке конструкции котлов-утилизаторов компании NOOTER/ERIKSEN учтены все недостатки российских разработчиков и производителей.

Одним из недостатков котлов-утилизаторов по технологии российских разработчиков является конструкция впрыскивающего пароохладителя в качестве регулятора температуры перегретого пара, которая допускает попадание большого количества воды в тракт пароперегревателя и, как следствие, ведет к переохлаждению труб. Резкое охлаждение водой из пароохладителя очень опасно. Важно не допустить попадание воды в змеевики пароперегревателя.

В отличие от этого, специалистами компании NOOTER/ERIKSEN разработана конструкция пароохладителя, включающая в себя установку быстродействующих сборников дренажей за пароохладителями, а также увеличение длины трубопроводов за ними, что не допускает попадание воды из пароохладителя в змеевики пароперегревателя.

Кроме того, компанией NOOTER/ERIKSEN разработана и запатентована технология регулирования температуры перегретого пара байпасной системой, предусматривающей подачу пара из холодной части пароперегревателя в горячую.

Этот способ регулирования исключает быстрое охлаждение горячих труб довольно холодной водой, значительно повышает надежность и производительность пароперегревателя.

При этом в конструкции используется меньше легированных трубопроводов большого диаметра, чем при установке впрыскивающего пароохладителя.

Очень большое значение имеет конструкция поверхностей нагрева котлов-утилизаторов.

По технологии компании NOOTER/ERIKSEN конструкция каждой поверхности нагрева индивидуальна, что, в свою очередь, обосновано функциями и эффективностью работы при расположении в зоне различных температур.

Конструкция экономайзеров компании NOOTER/ERIKSEN предусматривает обратные гибы между рядами труб для обеспечения свободного расширения. Такое решение исключает установку дополнительных верхних коллекторов для каждого ряда труб. Испарители низкого давления по технологии NOOTER/ERIKSEN выполняются из легированных сталей (аналогом которых является сталь 12Х1МФ), образующих прочную магнетитовую

пленку на внутренней поверхности труб, устойчивость которой к локальному эрозионно-коррозионному износу во много раз выше, чем у стали 20 (по исследованиям EPRI (Electric Power Research Institute) – в 6-20 раз в зависимости от скорости среды при одинаковых условиях).

В процессе эксплуатации типовых испарителей низкого давления из углеродистых сталей на выходных элементах имеет место активный эрозионно-коррозионный износ.

Наличие гибов в местах заводки труб пароперегревателя в верхние коллекторы (по технологии российских специалистов) вызывает значительные локальные напряжения в сварных швах, работающих в области наиболее высоких температур. В условиях циклических изменений нагрузки работы КУ в сварных швах образуются усталостные трещины. А использование жестко закрепленной подвесной системы на этих поверхностях еще больше усугубляет ситуацию.

Результатом детальных исследований компанией NOOTER/ERIKSEN условий работы пароперегревателей КУ, находящихся в эксплуатации, является разработанная конструкция с тангенциальной заводкой прямых труб в коллекторы, исключающая возникновение дополнительных напряжений. Кроме того, по технологии компании NOOTER/ERIKSEN в качестве подвесной системы для пароперегревателей, работающих в зоне высоких температур, используются пружинные подвески. Разработанная конструкция, наряду с тангенциальной заводкой прямых труб в верхние коллекторы, не ограничивает свободное вертикальное тепловое перемещение, а также расширение труб от ряда к ряду.

В котлах-утилизаторах российской разработки в качестве сепарационных устройств используются внутрибарабанные циклоны. Эти устройства плохо зарекомендовали себя при работе в условиях резких и глубоких колебаний уровней воды в барабанах, которые присущи котлам-утилизаторам.

В котлах NOOTER/ERIKSEN используется двухконтурная система внутрибарабанных сепарационных устройств, в которой отсутствуют циклоны, что значительно повышает надежность и эффективность работы котлов-утилизаторов.

В конструкциях котлов-утилизаторов по российской технологии используется циркуляционная система с обогреваемыми водоопускными стояками, расположенными в газоходе, которая ненадежна с точки зрения циркуляции. Температуры газов в зоне испарителей не так велики, как в топках обычных котлов, но специфической чертой котлов-утилизаторов является низкий (часто нулевой) недогрев до кипения воды после экономайзера.

Это подразумевает большую вероятность вскипания воды в обогреваемых водоопускных трубах и возможное нарушение циркуляции.

Для обеспечения устойчивости циркуляции технологией NOOTER/ERIKSEN исключается применение конструкции с обогреваемыми водоопускными трубами.

Усиленная конструкция обшивки входного газохода котлов-утилизаторов (по технологии NOOTER/ERIKSEN) позволяет исключить отгибание и отрывание листов внутренней обшивки из высоколегированных сталей, связанных с высокими скоростями выхлопных газов газовой турбины на входе в котел.

В конструкциях котлов российской разработки организованы теплые ящики. Неустраняемые неплотности между теплым ящиком и газоходом КУ приводят к газовому байпасированию поверхностей нагрева, т. е. неконтролируемому проскоку части горячих газов через теплый ящик мимо оребренных труб в хвостовую часть газохода, снижая КПД котла.

Наличие теплого ящика приводит к увеличению высоты котла на ~3 метра и, как следствие, к необходимости применения сложной, металлоемкой и дорогостоящей подвесной системы с использованием высоколегированных промежуточных балок и тяг.

Отсутствие теплого ящика в котлах NOOTER/ERIKSEN исключает газовый байпас, а также позволяет значительно сократить длину подвесок.

Это позволяет устанавливать подвески непосредственно на заводе-изготовителе и поставлять совместно с блоками поверхностей нагрева.

Особенности конструктивно-компоновочных решений по технологии проектирования котлов NOOTER/ERIKSEN позволяют обеспечить металлоемкость оборудования значительно ниже, чем в конструкции котлов РФ.

Одной из таких особенностей является высокая (по сравнению с российскими аналогами) блочность конструкции, которая позволяет большую часть работ по сборке выполнять непосредственно на производственной площадке завода-изготовителя, что немаловажно, исходя из условий монтажа.

Эта особенность включает в себя облегченную модульную конструкцию каркаса, позволяющую объединять в общий поставочный модуль колонны и панели газоплотной обшивки КУ.

Использование тефлоновых прокладок между опорными плитами колонн каркаса и фундаментом позволяет обеспечить равномерное перемещение при высоких вибрациях, создаваемых потоком выхлопных газов газовой турбины на входе в котел-утилизатор.

В конструкции российских котлов-утилизаторов при соблюдении технологии изготовления, принятой на заводе-изготовителе, между блоками поверхностей нагрева возникает необходимость установки на монтаже рассекателей, что позволяет исключить проскок газов между увеличенными расстояниями соседних блоков. При этом установка рассекателей увеличивает общую ширину котла на ~1-1,5 метра.

Специальные конструктивные решения NOOTER/ERIKSEN позволяют расположить блоки поверхностей нагрева вплотную друг к другу. Это позволяет уменьшить ширину котла.

Высокая блочность изготовления элементов котлов-утилизаторов по технологии NOOTER/ERIKSEN и поставка укрупненными блоками позволяют значительно сократить сроки монтажа.

В состав поставочных блоков поверхностей нагрева котлов-утилизаторов конструкции NOOTER/ERIKSEN входят (кроме труб и коллекторов) подвесная система (полностью), компенсаторы, балки каркаса, потолочная обшивка и изоляция, акустические и антивибрационные перегородки.

Колонны каркаса котла и газоходов поставляются блоками вместе с обшивкой и изоляцией (первичные панели). Промежуточные щиты (вторичные панели) также поставляются с обшивкой и изоляцией, устанавливаемыми на заводе-изготовителе. Простота и скорость монтажа – одна из основных отличительных черт, присущих котлам-утилизаторам NOOTER/ERIKSEN.

В котлах РФ длительный и затратный монтаж обусловлен избыточной сложностью конструкции и, соответственно, низким коэффициентом блочности.

Монтаж по технологии NOOTER/ERIKSEN значительно упрощен в связи с применением специальных монтажных приспособлений собственной разработки.

**Особенностью этих приспособлений являются:**

- горизонтальное перемещение модулей для погрузки их на траверсу;
- установка в вертикальное положение траверсы с модулем.

Гибкая система технологии монтажа компании NOOTER/ERIKSEN позволяет обеспечить подъем модуля и его монтаж как сверху, так и сбоку котла.

## 2.3.1 Котел-утилизатор паровой Е-65-4,0-440 (модели ЭМА-012-КУ, ЭМА-013-КУ, ЭМА-014-КУ, ЭМА-015-КУ, ЭМА-016-КУ, ЭМА-017-КУ)

### Основные технические данные

Кол-во котлов-утилизаторов (год поставки)	Объект	Тип котла-утилизатора	Модель газовой турбины (мощность, МВт)	Паропроизводительность, т/ч			Давление пара, МПа			Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Расчетный срок службы, лет
				Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления			
6 (2011)	ООО «РН-Туапсинский НПЗ»	Паровой без дожигания	Siemens SGT-800 (47 МВт)	–	65	–	–	4	–	–	440	–	182	2791	40

Котел-утилизатор Е-65-4,0-440 предназначен для выработки пара одного давления при работе в составе парогазовой установки (ПГУ). Энергоблок ПГУ состоит из одной газовой турбины Siemens SGT-800 (ГТУ) и одного парового котла-утилизатора.

Перегретый пар от котла-утилизатора поступает в общестанционный коллектор и далее используется для технологических нужд нефтеперерабатывающего завода ООО «РН-Туапсинский НПЗ».

#### **В состав котла-утилизатора входят:**

- водяной экономайзер;
- испаритель;
- пароперегреватель;
- барабан с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- байпасный газоход;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шибер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор с естественной циркуляцией, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, подвесной конструкции.

Котел-утилизатор предназначен для применения в макроклиматических районах с умеренным климатом и выполнен для открытой компоновки. Категория размещения – У1 по ГОСТ 15150-69.

Регулирование паропроизводительности котла-утилизатора, с сохранением номинальных параметров давления и температуры острого пара, осуществляется изменением расхода дымовых газов через газоходы котла путем байпасирования части дымовых газов в дымовую трубу.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

Котел-утилизатор имеет испарительный контур с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.3.2 Котел-утилизатор паровой Е-38,3/8,1-5,5/0,63-521/230 (модели ЭМА-021-КУ)

### Основные технические данные

Тип котла	Компоновка котла	Вид двигателя	Модель двигателя	Расход газов за двигателем, $\text{м}^3/\text{ч}$ (кг/с)	Теплопроизводительность, $\text{Гкал}/\text{ч}$ (МВт)	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Выходные параметры по первому контуру			Выходные параметры по второму контуру			Температура газов после двигателя, $^{\circ}\text{C}$	Температура уходящих газов, $^{\circ}\text{C}$	Длина, мм*	Ширина, мм*	Высота, мм*	Масса, кг*	Объект
							Давление пара на выходе, МПа	Паропроизводительность по перегретому пару, т/ч	Температура пара на выходе, $^{\circ}\text{C}$	Давление пара на выходе, МПа	Паропроизводительность по перегретому пару, т/ч	Температура пара на выходе, $^{\circ}\text{C}$							
Е-38,3/8,1-5,5/0,63-521/230	горизонтальный	ГТД	LM 2500 G4	(88,3)	(40,9)	3000	5,5	38,3	521	0,63	8,1	230	533,2	110	36000	11000	20000	465 000	Омская ТЭЦ-3

Котел-утилизатор Е-38,3/8,1-5,5/0,63-521/230 предназначен для выработки пара двух давлений при работе в составе парогазовой установки (ПГУ) установленной мощностью 90 МВт. Энергоблок состоит из двух газовых турбин LM 2500+G4 производства фирмы General Electric (ГТУ), двух паровых котлов-утилизаторов и одной паровой турбины. Котел-утилизатор с естественной циркуляцией, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, подвесной конструкции.

Котел-утилизатор предназначен для применения в макроклиматических районах с умеренным климатом, в помещении без искусственно регулируемых климатических условий. Категория размещения – УЗ по ГОСТ 15150-69.

Котел-утилизатор допускает работу на скользящих параметрах пара высокого давления (ВД) и низкого давления (НД), определяемых расходом и температурой газов, поступающих в котел-утилизатор от ГТУ, и характеристиками паровой турбины.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

### В состав котла-утилизатора входят:

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер;
- испаритель ВД и НД;
- пароперегреватель ВД и НД;
- барабан ВД и НД с внутрибарабанными устройствами;
- деаэратор (совмещен с барабаном НД);
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шибер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор имеет испарительные контуры ВД и НД с естественной циркуляцией. Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.



## 2.3.3 Котел-утилизатор паровой E-57,5/12,0-7,4/0,6-520/280 (модели ЭМА-006-КУ)

### Основные технические данные

Кол-во котлов-утилизаторов (год поставки)	Объект	Тип котла-утилизатора	Модель газовой турбины (мощность, МВт)	Паропроизводительность, т/ч			Давление пара, МПа			Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Расчетный срок службы, лет
				Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления			
1 (2010)	Уфимская ТЭЦ-2	паровой без дожигания	Siemens SGT-800 (47 МВт)	57,5	–	12	7,4	–	0,6	520	–	280	120	2877	40

Котел-утилизатор E-57,5/12,0-7,4/0,6-520/280 предназначен для выработки пара двух давлений при работе в составе парогазовой установки (ПГУ) установленной мощностью 60 МВт. Энергоблок состоит из одной газовой турбины SGT-800 производства фирмы Siemens (ГТУ) и одного парового котла-утилизатора.

Котел-утилизатор с естественной циркуляцией, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, подвесной конструкции.

Котел-утилизатор предназначен для применения в макроклиматических районах с умеренным климатом, в помещении без искусственно регулируемых климатических условий. Категория размещения – УЗ по ГОСТ 15150-69.

Котел-утилизатор допускает работу на скользящих параметрах пара высокого давления (ВД) и низкого давления (НД), определяемых расходом и температурой газов, поступающих в котел-утилизатор от ГТУ.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из верти-

кально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

#### В состав котла-утилизатора входят:

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер;
- испаритель ВД и НД;
- пароперегреватель ВД и НД;
- барабан ВД и НД с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шиббер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор имеет испарительные контуры ВД и НД с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.3.4 Котел-утилизатор паровой E-114/16-8,1/0,7-535/218-3,8вв (модели ЭМА-026-КУ, ЭМА-027-КУ)

### Основные технические данные

Кол-во котлов-утилизаторов (год поставки)	Объект	Тип котла-утилизатора	Модель газовой турбины (мощность, МВт)	Паропроизводительность, т/ч			Давление пара, МПа			Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Расчетный срок службы, лет
				Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления			
2 (2013)	Казанская ТЭЦ-2	паровой без дожигания	General Electric PG 6111 FA (77 МВт)	114	–	16	8,1	–	0,7	535	–	218	80	3356	40

Котел-утилизатор E-114/16-8,1/0,7-535/218-3,8вв со вспомогательным оборудованием предназначен для установки в составе энергоблока ПГУ-110 установленной мощностью 110 МВт. Энергоблок ПГУ состоит из одной газотурбинной установки

(ГТУ) PG 6111 FA производства General Electric номинальной мощностью 77 МВт, одного парового котла-утилизатора двух давлений без дожигания топлива и одной паротурбинной установки (ПТУ) Т-26/36-7,5/0,12 производства ОАО «Калужский

турбинный завод» с одним регулируемым отбором. Котел-утилизатор двух контуров давлений с естественной циркуляцией, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, подвесной конструкции. Котел-утилизатор выполнен в климатическом исполнении – УХЛ, категория размещения 3.1 по ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды».

Котел-утилизатор предназначен для выработки пара высокого и низкого давлений за счет утилизации тепла продуктов сгорания, поступающих в котел после ГТУ.

Котел-утилизатор допускает работу на скользящих параметрах пара высокого давления (ВД) и низкого давления (НД), определяемых расходом и температурой газов, поступающих в котел-утилизатор от ГТУ, и характеристиками паровой турбины.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой.

Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

#### **В состав котла-утилизатора входят:**

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер;
- испаритель ВД и НД;
- пароперегреватель ВД и НД;
- барабан ВД и НД с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шиббер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор имеет испарительные контуры ВД и НД с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.3.5 Котел-утилизатор паровой Е-229/50,2-7,85/0,59-507/227 (модели ЭМА-010-КУ, ЭМА-011-КУ)

### Основные технические данные

Кол-во котлов-утилизаторов (год поставки)	Объект	Тип котла-утилизатора	Модель газовой турбины (мощность, МВт)	Паропроизводительность, т/ч			Давление пара, МПа			Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Расчетный срок службы, лет
				Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления			
2 (2011)	Уренгойская ГРЭС	паровой без дожигания	ГТЭ-160 (160 МВт)	229	–	50,2	7,85	–	0,59	507	–	227	118	2787	40

Котел-утилизатор Е-229/50,2-7,85/0,59-507/227 предназначен для выработки пара двух давлений при работе в составе парогазовой установки (ПГУ) установленной мощностью 450 МВт. Энергоблок состоит из двух газовых турбин ГТЭ-160 на базе модели V.94.2 фирмы Siemens (ГТУ), двух паровых котлов-утилизаторов. Оба котла-утилизатора работают на одну конденсационную паровую турбину К-160-7,5.

Котел-утилизатор с естественной циркуляцией, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, подвесной конструкции.

Котел-утилизатор предназначен для применения в макроклиматических районах с резко континентальным, суровым климатом, в закрытом помещении. Категория размещения – УЗ по ГОСТ 15150-69.

Котел-утилизатор предназначен для выработки пара высокого и низкого давлений за счет утилизации тепла продуктов сгорания, поступающих в котел после ГТУ.

Котел-утилизатор допускает работу на скользящих параметрах пара высокого давления (ВД) и низкого давления (НД), определяемых расходом и температурой газов, поступающих в котел-утилизатор от ГТУ, и характеристиками паровой турбины.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер;
- испаритель ВД и НД;
- пароперегреватель ВД и НД;
- барабан ВД и НД с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;

- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шибер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор имеет испарительные контуры ВД и НД с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.3.6 Котел-утилизатор паровой Е-236/41-9,3/1,5-512/298 (модели ЭМА-031-КУ)

### Основные технические данные

Тип котла	Компоновка котла	Вид двигателя	Модель двигателя	Расход газов за двигателем, $\text{м}^3/\text{ч}$ (кг/с)	Теплопроизводительность, $\text{Гкал}/\text{ч}$ (МВт)	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Выходные параметры по первому контуру			Выходные параметры по второму контуру			Температура газов после двигателя, °С	Температура уходящих газов, °С	Длина, мм*	Ширина, мм*	Высота, мм*	Масса, кг*	Объект
							Давление пара на выходе, МПа	Паропроизводительность по перегретому пару, т/ч	Температура пара на выходе, °С	Давление пара на выходе, МПа	Паропроизводительность по перегретому пару, т/ч	Температура пара на выходе, °С							
Е-236/41-9,3/1,5-512/298	горизонтальный	ГТД	ГТЭ-160	(514)	(254)	3000	9,3	236	512	1,5	41	298	545	102	25200	11000	30700	1 317 000	Владимирская ТЭЦ-2

Котел-утилизатор Е-236/41-9,3/1,5-512/298 предназначен для выработки пара двух давлений при работе в составе парогазовой установки (ПГУ) установленной мощностью 230 МВт. Энергоблок состоит из газовой турбины ГТЭ-160 на базе модели V.94.2 фирмы Siemens (ГТУ), парового котла-утилизатора и одной паровой турбины. Котел-утилизатор с естественной циркуляцией, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, подвесной конструкции.

Котел-утилизатор предназначен для применения в макроклиматических районах с резко континентальным, суровым климатом, в закрытом помещении. Категория размещения – УЗ по ГОСТ 15150-69.

Котел-утилизатор предназначен для выработки пара высокого и низкого давлений за счет утилизации тепла продуктов сгорания, поступающих в котел после ГТУ.

Котел-утилизатор допускает работу на скользящих параметрах пара высокого давления (ВД) и низкого давления (НД), определяемых расходом и температурой газов, поступающих в котел-утилизатор от ГТУ, и характеристиками паровой турбины.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией

и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер;
- испаритель ВД и НД;
- пароперегреватель ВД и НД;
- барабан ВД и НД с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шибер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор имеет испарительные контуры ВД и НД с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию. Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.3.7 Котел-утилизатор паровой Е-236/40,2-9,15/1,5-515/298-19,3вв (модели ЭМА-020-КУ)

### Основные технические данные

Кол-во котлов-утилизаторов (год поставки)	Объект	Тип котла-утилизатора	Модель газовой турбины (мощность, МВт)	Паропроизводительность, т/ч			Давление пара, МПа			Температура, °С			Температура входящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Расчетный срок службы, лет
				Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления			
1 (2012)	Кировская ТЭЦ-3	паровой без дожигания	ГТЭ-160 (160 МВт)	236	–	40,2	9,15	–	1,5	515	–	298	102	2621	40

Котел-утилизатор Е-236/40,2-9,15/1,5-515/298-19,3вв предназначен для выработки пара высокого и низкого давлений за счет утилизации тепла продуктов сгорания, поступающих в котел после газотурбинной установки (ГТУ) при работе в составе парогазовой установки (ПГУ) установленной мощностью 220 МВт. Энергоблок ПГУ состоит из одной газотурбинной установки ГТЭ-160, одного парового котла-утилизатора и одной паротурбинной установки Т-63/76-8,8.

Котел-утилизатор предназначен для применения в районах с умеренно-континентальным климатом – УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69, в климатическом районе I В по СНиП 23-01-99.

Котел-утилизатор с естественной циркуляцией, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, подвесной конструкции.

Котел-утилизатор предназначен для выработки пара высокого и низкого давлений за счет утилизации тепла продуктов сгорания, поступающих в котел после ГТУ.

Котел-утилизатор допускает работу на скользящих параметрах пара высокого давления (ВД) и низкого давления (НД), определяемых расходом и температурой газов, поступающих в котел-утилизатор от ГТУ, и характеристиками паровой турбины.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей

входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

#### В состав котла-утилизатора входят:

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер;
- испаритель ВД и НД;
- пароперегреватель ВД и НД;
- барабан ВД и НД с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шиббер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор имеет испарительные контуры ВД и НД с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.3.8 Котел-утилизатор паровой

### Е-236/40,5-9,3/1,5-514/299-22,2вв

#### (модели ЭМА-030-КУ)

##### Основные технические данные

Кол-во котлов-утилизаторов (год поставки)	Объект	Тип котла-утилизатора	Модель газовой турбины (мощность, МВт)	Паропроизводительность, т/ч			Давление пара, МПа			Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Расчетный срок службы, лет
				Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления			
1 (2012)	Ижевская ТЭЦ-1	паровой без дожигания	ГТЭ-160 (160 МВт)	236	–	40,5	9,3	–	1,5	514	–	299	119,5	2628	40

Котел-утилизатор Е-236/40,5-9,3/1,5-514/299-22,2вв предназначен для выработки пара высокого и низкого давлений за счет утилизации тепла продуктов сгорания, поступающих в котел после газотурбинной установки (ГТУ) при работе в составе парогазовой установки (ПГУ) установленной мощностью 230 МВт. Энергоблок ПГУ состоит из одной газотурбинной установки ГТЭ-160, одного парового котла-утилизатора и одной паротурбинной установки Т-63/76-8,8.

Котел-утилизатор выполнен в климатическом исполнении – УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69, в климатическом районе II В по СНиП 23-01-99.

Котел-утилизатор с естественной циркуляцией, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, подвесной конструкции.

Котел-утилизатор предназначен для выработки пара высокого и низкого давлений за счет утилизации тепла продуктов сгорания, поступающих в котел после ГТУ.

Котел-утилизатор допускает работу на скользящих параметрах пара высокого давления (ВД) и низкого давления (НД), определяемых расходом и температурой газов, поступающих в котел-утилизатор от ГТУ, и характеристиками паровой турбины.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и обли-

цовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

##### В состав котла-утилизатора входят:

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер;
- испаритель ВД и НД;
- пароперегреватель ВД и НД;
- барабан ВД и НД с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шиббер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор имеет испарительные контуры ВД и НД с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.3.9 Котел-утилизатор паровой

### Ед-227/50-10,6/1,64-515/291-15,1вв (модели ЭМА-019-КУ)

#### Основные технические данные

Кол-во котлов-утилизаторов (год поставки)	Объект	Тип котла-утилизатора	Модель газовой турбины (мощность, МВт)	Паропроизводительность, т/ч			Давление пара, МПа			Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Расчетный срок службы, лет
				Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления			
1 (2012)	Пермская ТЭЦ-9	паровой с дожиганием	ГТЭ-160 (160 МВт)	227	–	50	10,6	–	1,64	515	–	291	101	3452	40

Котел-утилизатор с дожиганием топлива предназначен для выработки и подачи пара в существующие коллекторы 100 ата, 510°С и 15 ата, 290°С и подогрева сетевой воды за счет утилизации тепла отработавших газов от газовой турбины. Котел-утилизатор предназначен для применения в макроклиматических районах с резко континентальным, суровым климатом, в закрытом помещении. Категория размещения – УХЛЗ по ГОСТ 15150. Котел-утилизатор с дожиганием топлива работает при постоянных параметрах пара высокого (ВД) и низкого давления (НД).

Для поддержания требуемой температуры пара высокого давления при необходимости используется дожигающее устройство.

Котел-утилизатор двухбарабанный, с естественной циркуляцией среды в контурах высокого и низкого давлений, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, однокорпусный, горизонтального профиля, с подвеской к собственному каркасу через промежуточные металлоконструкции.

#### В состав котла-утилизатора входят:

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер;
- испаритель ВД и НД;
- пароперегреватель ВД и НД;
- барабан ВД и НД с внутрибарабанными устройствами;

- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- система дожигания;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шибер-дождевая заслонка.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

Котел-утилизатор имеет испарительные контуры ВД и НД с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.



## 2.3.10 Котел-утилизатор паровой

### Еп-270/316/46-12,5/3,06/0,46-560/560/237

(модели ЭМА-007-КУ, ЭМА-008-КУ, ЭМА-009-КУ, ЭМА-018-КУ, ЭМА-029-КУ)

#### Основные технические данные

Кол-во котлов-утилизаторов (год поставки)	Объект	Тип котла-утилизатора	Модель газовой турбины (мощность, МВт)	Паропроизводительность, т/ч			Давление пара, МПа			Температура, °С			Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Расчетный срок службы, лет
				Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления			
3 (2010) 1 (2012) 1 (2012)	Няганская ГРЭС Серовская ГРЭС Череповецкая ГРЭС	паровой без дожигания	Siemens SGT5-4000F (270 МВт)	270	316	46	12,5	3,06	0,46	560	560	237	81	3777	40

Котел-утилизатор Еп-270/316/46-12,5/3,06/0,46-560/560/237 предназначен для выработки пара высокого, среднего и низкого давлений за счет утилизации тепла выхлопных газов от газовой турбины при работе в составе парогазовой установки (ПГУ) установленной мощностью 410 МВт, состоящей из одной газовой турбины ГТУ SGT5-4000F (ГТУ) производства фирмы Siemens, одного котла-утилизатора и одной паровой турбины SST5-3000 производства фирмы Siemens (ПТ).

Котел-утилизатор предназначен для применения в макроклиматических районах с резко континентальным климатом, в помещении с искусственно-регулируемыми климатическими условиями. Категория размещения – ХЛ-4 по ГОСТ 15150-69.

Котел-утилизатор горизонтального профиля, трехбарабанный, с промпрегревом, с естественной циркуляцией среды в контурах высокого (ВД) среднего (СД) и низкого давлений (НД), с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, с подвеской к собственному каркасу через промежуточные металлоконструкции. Барабаны устанавливаются на каркас котла. Поверхности нагрева котла-утилизатора выполнены из труб с наружным спирально-ленточным оребрением.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией

и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

#### В состав котла-утилизатора входят:

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер ВД и СД;
- испаритель ВД, СД и НД;
- пароперегреватель ВД, СД и НД;
- промежуточный пароперегреватель;
- барабан ВД, СД и НД с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба;
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шиббер-дождевая заслонка.

Котел-утилизатор имеет испарительные контуры ВД, СД и НД с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.3.11 Котел-утилизатор паровой

### Еп-274/320/44,6-12,69/3,08/0,46-566/561/237 (модели ЭМА-034-КУ, ЭМА-035-КУ)

#### Основные технические данные

Кол-во котлов-утилизаторов (год поставки)	Объект	Тип котла-утилизатора	Модель газовой турбины (мощность, МВт)	Паропроизводительность, т/ч			Давление пара, МПа			Температура, °С			Температура входящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Расчетный срок службы, лет
				Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления	Контур высокого давления	Контур среднего давления	Контур низкого давления			
2 (2014)	Пермская ГРЭС	паровой без дожигания	Siemens SGT5-4000F (270 МВт)	274	320	44,6	12,69	3,08	0,46	566	561	237	96	3500	40

Котел-утилизатор Еп-274/320/44,6-12,69/3,08/0,46-566/561/237 предназначен для выработки пара высокого, среднего и низкого давлений за счет утилизации тепла выхлопных газов от газовой турбины при работе в составе парогазовой установки (ПГУ) установленной мощностью 800 МВт. Энергоблок ПГУ суммарной мощностью 849,3 МВт состоит из двух газотурбинных установок фирмы Siemens типа SGT5-4000F, двух котлов-утилизаторов и одной паротурбинной установки SST5-5000.

Климатическое исполнение и категория размещения оборудования – по ГОСТ 15150-69:

- для элементов, предназначенных для открытой установки – УХЛ 1;
- для элементов, предназначенных для закрытой установки – УХЛ 4;
- для оборудования КИПиА – УХЛ 3.1.

Котел-утилизатор горизонтального профиля, трехбарабанный, с промперегревом, с естественной циркуляцией среды в контурах высокого (ВД) среднего (СД) и низкого давлений (НД), с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, с подвеской к собственному каркасу через промежуточные металлоконструкции. Барабаны устанавливаются на каркас котла. Поверхности нагрева котла-утилизатора выполнены из труб с наружным спирально-ленточным оребрением.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией

и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

#### В состав котла-утилизатора входят:

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер ВД и СД;
- испаритель ВД, СД и НД;
- пароперегреватель ВД, СД и НД;
- промежуточный пароперегреватель;
- барабан ВД, СД и НД с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба (одна на два котла);
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- отсечной клапан.

Котел-утилизатор имеет испарительные контуры ВД, СД и НД с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.3.12 Котел-утилизатор паровой

### Еп-264/297/43-13,0/3,0/0,47-558/558/237-11,6вв

#### (модели ЭМА-028-КУ)

#### Основные технические данные

Тип котла	Компоновка котла	Вид двигателя	Модель двигателя	Расход газов за двигателем, $\text{м}^3/\text{ч}$ (кг/с)	Теплопроизводительность, $\text{Гкал}/\text{ч}$ (МВт)	Аэродинамическое сопротивление котла, Па	Выходные параметры по первому контуру			Выходные параметры по второму контуру			Выходные параметры по третьему контуру			Температура газов после двигателя, $^{\circ}\text{C}$	Температура уходящих газов, $^{\circ}\text{C}$	Длина, мм*	Ширина, мм*	Высота, мм*	Масса, кг*	Объект
							Давление пара на выходе, МПа	Паропроизводительность по перегретому пару, т/ч	Температура пара на выходе, $^{\circ}\text{C}$	Давление пара на выходе, МПа	Паропроизводительность по перегретому пару, т/ч	Температура пара на выходе, $^{\circ}\text{C}$	Давление пара на выходе, МПа	Паропроизводительность по перегретому пару, т/ч	Температура пара на выходе, $^{\circ}\text{C}$							
Еп-264/297/43-13,0/3,0/0,47-558/558/237-11,6вв	горизонтальный	ГТД	SGT5-4000F	(721,4)	(356)	3750	13	264	558	3,0	297	558	0,47	43	237	549	101	35300	12500	29350	3 250 000	ТЭЦ-16 и ТЭЦ-20 «Мосэнерго», ПГУ-410Т (г. Салават)

Котел-утилизатор Еп-264/297/43-13,0/3,0/0,47-558/558/237-11,6вв предназначен для выработки пара высокого, среднего и низкого давлений за счет утилизации тепла выхлопных газов от газовой турбины при работе в составе парогазовой установки (ПГУ) установленной мощностью 410 (420) МВт. Энергоблок ПГУ состоит из газотурбинной установки фирмы Siemens типа SGT5-4000F, котла-утилизатора и паротурбинной установки SST5-5000. Климатическое исполнение и категория размещения оборудования – по ГОСТ 15150-69:

- для элементов, предназначенных для открытой установки – УХЛ 1;
- для элементов, предназначенных для закрытой установки – УХЛ 4;
- для оборудования КИПиА – УХЛ 3.1.

Котел-утилизатор горизонтального профиля, трехбарабанный, с промпрегревом, с естественной циркуляцией среды в контурах высокого (ВД) среднего (СД) и низкого давлений (НД), с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева, с подвеской к собственному каркасу через промежуточные металлоконструкции. Барабаны устанавливаются на каркас котла. Поверхности нагрева котла-утилизатора выполнены из труб с наружным спирально-ленточным оребрением.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе. В состав блок-модулей входят потолочная обшивка с внутренней изоляцией и облицовкой. Собственно поверхности нагрева состоят

из вертикально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами.

#### В состав котла-утилизатора входят:

- газовый подогреватель конденсата;
- водяной экономайзер ВД и СД;
- испаритель ВД, СД и НД;
- пароперегреватель ВД, СД и НД;
- промежуточный пароперегреватель;
- барабан ВД, СД и НД с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- каркас;
- площадки обслуживания;
- панели корпуса газоходов котла;
- дымовая труба (одна на два котла);
- газоход от котла до дымовой трубы;
- изоляция;
- декоративная обшивка;
- шумоглушитель;
- шиббер-дождевая заслонка;
- водоводяной теплообменник для подогрева сетевой воды.

Котел-утилизатор имеет испарительные контуры ВД, СД и НД с естественной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 2.4 Спроектированные в различной степени

### 2.4.1 Котел-утилизатор (модели ТКУ-10)

#### Основные технические данные

Тип котла	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Расход газов за турбиной, кг/с	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Расход среды, т/ч	Температура среды на выходе, °С	Давление среды на выходе из котла, кгс/см²	Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
водогрейный без дожигания	ГТЭС Урал-4000Н (4)	29,03	430	136	130	11	110	2000

Водогрейный котел-утилизатор предназначен для подогрева сетевой воды за счет тепла выхлопных газов газовой турбины (ГТ) мощностью 4 МВт. Водогрейный котел-утилизатор имеет вертикальную компоновку.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- блок-модуль поверхности нагрева;
- две ступени шумоглушителя;
- каркас;
- изоляция;
- дымовая труба;
- компенсаторы на газоходах.

Дымовая труба опирается на каркас котла-утилизатора.

Поверхность нагрева выполнена в виде законченного блок-модуля, полностью собранного на заводе-изготовителе.

Собственно поверхность нагрева состоит из горизонтально расположенных оребренных труб, объединенных раздающим и собирающим коллекторами. Оребренные трубы опираются и дистанционируются с помощью трубных досок, закрепленных в блок-модули.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом.

Котел-утилизатор имеет подвесную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

### 2.4.2 Котел-утилизатор К-48/1,4-350-485 (модели ТКУ-11)

#### Основные технические данные

Тип котла	Объект	Тип газовой турбины (мощность, МВт)	Расход газов за турбиной, кг/с	Температура газов после ГТУ/дожигания, °С	Расход среды, т/ч	Температура среды на выходе, °С	Давление среды на выходе из котла, кгс/см²	Теплопроизводительность ГПСВ, ГКал/ч	Температура уходящих газов, °С	Аэродинамическое сопротивление котла, Па
паровой без дожигания	Безымянская ТЭЦ	НК-37-1(30)	104,8	484	48	280	14	6,95	100	3000

Паровой котел-утилизатор с многократной принудительной циркуляцией предназначен для получения перегретого пара, а также подогрева сетевой воды за счет тепла выхлопных газов газотурбинной установки (ГТУ) мощностью 30 МВт.

Паровой котел-утилизатор имеет вертикальный корпус, в котором расположены поверхности нагрева.

**В состав котла-утилизатора входят:**

- газовый подогреватель сетевой воды;
- водяной экономайзер;
- испаритель;
- пароперегреватель;
- барабан с внутрибарабанными устройствами;
- трубопроводы с арматурой;
- циркуляционные насосы;
- каркас;
- изоляция;
- шумоглушитель;
- шибер-дождевая заслонка.

Поверхности нагрева выполнены в виде законченных блок-модулей, полностью собранных на заводе-изготовителе.

В состав блок-модулей входят: несущий каркас (обшивка), внутренняя изоляция, поверхности нагрева. Собственно поверхности нагрева состоят из горизонтально расположенных оребренных труб, объединенных раздающими и собирающими коллекторами. Оребренные трубы опираются и дистанционируются с помощью трубных досок, закрепленных в блок-модули.

Котел-утилизатор имеет испарительный контур с многократной принудительной циркуляцией.

Котел-утилизатор изготавливается газоплотным и рассчитан на работу под наддувом. Котел-утилизатор имеет самоопорную конструкцию.

Процессы работы котла-утилизатора автоматизированы.

## 3. УЗЛЫ И ДЕТАЛИ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

### 3.1 Узлы котлов

#### 3.1.1 Барабаны

ОАО ТКЗ «Красный котельщик» оснащен оборудованием для изготовления барабанов различных давлений для блоков производительностью до 1000 тонн пара в час.

Барабан может быть изготовлен из следующих марок сталей: 20К, 22К, 15ГС, 16ГС, 09Г2С, 16ГНМА, 14ГНМА в зависимости от предельных параметров работы.

Барабан установлен на роликовых опорах, обеспечивающих его свободное удлинение при нагревании. Трубная система котла приваривается к имеющимся в барабане штуцерам или соединяется с барабаном посредством вальцовки.

Внутри барабана расположены сепарационные устройства. Пароводяная смесь по пароотводящим трубам поступает в барабан в короба циклонов. В циклонах происходит отделение пара от воды. Вода из циклонов сливается в поддоны, а отсепарированный пар поступает под промывочное устройство.

Промывка пара осуществляется в слое питательной воды, поддерживаемом на дырчатом листе. Пар проходит через отверстия в дырчатом листе и барботирует через слой питательной воды. Слой воды поддерживается постоянным. Это обеспечивается конструкцией раздающих коробов, в которые поступает вода из экономайзера.

Раздающие короба расположены над промывочным устройством и имеют в нижней части отверстия для слива воды, которые пропускают около 50% от номинального расхода питательной воды. Остальная часть воды через сливные короба поступает под промывочное устройство в водяной объем барабана.

Перед поступлением в пароперепускные трубы пар проходит выравнивающий дырчатый лист с отверстиями, который предназначен для равномерного распределения пара по трубам.

Для предупреждения перепитки котла в барабане установлена труба аварийного слива, позволяющая сбрасывать излишнее количество воды.

Для обработки котловой воды фосфатами в нижней части барабана имеется коллектор с отверстиями, через который вводятся фосфаты в барабан котла. Для уменьшения продолжительности расхолаживания котла во время вынужденных или плановых остановов котла предусмотрено устройство парового расхолаживания барабана. Устройство может быть использовано также для парового разогрева барабана в период растопки для уменьшения разности температур металла между верхом и низом барабана.

#### 3.1.2 Экраны топки

Как правило, на каждой из вертикальных стен топочной камеры устанавливают от трех до восьми испарительных экранных панелей с независимым движением рабочей среды. Обогреваемые экранные трубы имеют наружный диаметр 32-60 мм, необогреваемые перепускные трубы на входе и выходе из панелей имеют наружный диаметр 108-159 мм.

В топке размещают радиационные панели только первичного пароперегревателя. Вертикальные панели перегревателя устанавливают в большинстве котлов только на фронтальной стене топочной камеры. В отдельных типоразмерах котлов эти панели занимают лишь часть поверхности фронтальной стены. Испарительные экранные панели размещают по всей высоте топочной камеры, поскольку с увеличением высоты циркуляционных контуров возрастает надежность их работы.

Горизонтальные радиационные панели пароперегревателя устанавливают обычно по всему периметру верхней части топки. Их трубы размещают перед испарительными экранными трубами.

В отдельных типоразмерах котлов топочная камера

разделена на две равные части двухсветным экраном. Такой экран интенсивно охлаждает топочные газы, благодаря чему могут быть уменьшены конвективные поверхности нагрева, возрастает длительность работы зажигательного пояса и обращенных в сторону топки элементов топливных горелок до их обгорания.

Во многих котлах экранные панели образуют выступ в глубь топочной камеры под зоной выхода из нее топочных газов. Этим обеспечиваются лучшее омывание газами зоны размещения ширм и защита ширм от прямого излучения факела, в некоторых случаях это делается и для увеличения длины верхнего горизонтального газохода и более свободного размещения в нем поверхностей нагрева пароперегревателя.

У большинства пылеугольных котлов, ориентированных на сжигание тощих углей и антрацита, фронтальной и задней экраны образуют выступы в глубину топки (пережим) над горелками для лучшего сжигания малореакционных топлив. Расположенную под пережимом часть экранов обычно полностью покрывают зажигательным поясом.

У всех барабанных котлов ТКЗ нижняя часть одного или двух противоположных экранов образует либо под, либо холодную воронку наклонными трубами. Считается недопустимым наклон подовых труб горизонтали меньше чем на 15° во избежание задержки паровых пузырей в верхней части сечения почти горизонтальных труб, что ухудшает условия передачи тепла и приводит к перегреву и разрыву металла.

Распрямление гибов труб в зоне перехода от пода или холодной воронки к вертикальному участку экрана предотвращают путем жесткого присоединения друг к другу нижних коллекторов противоположных трубных панелей.

Вся поверхность стен топки и газоходов газоплотного котла состоит из цельносварных трубных панелей с одноходовым движением рабочей среды, которая на вертикальных и наклонных участках движется снизу вверх и лишь в потолочном перекрытии и других горизонтальных панелях движется горизонтально. В котлах с естественной циркуляцией воды цельносварные экранные панели расположены, как обычно, по всей высоте топочной камеры, в прямоточных котлах они так же, как и в других котлах этого типа, разделяются на экраны НРЧ, СРЧ и ВРЧ.

В газоплотных прямоточных котлах трубные панели стен топки не прикреплены раздельно к элементам каркаса котла, как в других прямоточных агрега-

тах, а подвешены друг к другу (нижние к верхним), а самые верхние панели (ВРЧ) прикреплены тягами к верхней горизонтальной раме каркаса котла. Места сопряжения верхних панелей с нижними имеют унифицированную конструкцию, применение которой облегчается тем, что все такие панели в каждом типоразмере котлов изготавливают из труб одинакового диаметра и с одинаковым шагом между ними (обычно из труб наружным диаметром 32 мм с шагом 46 мм). Рабочая среда, выходя из трубных панелей, проходит через смесительные коллекторы, а из них – в следующие панели.

Одновременно с созданием газоплотных панелей заводу пришлось разработать конструкцию различных вспомогательных устройств газоплотных котлов, обеспечивающих их бесперебойную работу. В их числе – лючок-гляделка для периодического контроля за факелом в топке, который производится при открытии заслонки через расположенное за ней стекло. При необходимости выполнения в топке или газоходе каких-либо измерений гляделка снимается (разъединением болтовых соединений) и герметичность образовавшегося отверстия обеспечивается подачей сжатого воздуха в кольцевую щель, наклоненную в сторону газохода.

В последнее время ТКЗ активно занимается внедрением спиральной навивки труб топочной камеры для прямоточных котлов.

### 3.1.3 Водяные экономайзеры

У большинства котлов ТКЗ экономайзер состоит из горизонтальных трубных пакетов с горизонтальными коллекторами. Вода обычно движется в трубах от нижних петель змеевиков к верхним, т. е. против направления потока газов.

Трубы диаметром от 25 до 42 мм из стали марки 20 размещают в шахматном порядке и прикрепляют к вертикальным стойкам, опирающимся на коллекторы или горизонтальные опорные балки. У газоплотных котлов все коллекторы экономайзера находятся внутри газохода и с помощью подвесок прикреплены к вертикальным трубам (обычно к водоотводящим трубам экономайзера), которые

проходят по всей высоте газохода и сквозь панели потолочного перекрытия. Верхние концы этих труб присоединены к подвесным горизонтальным коллекторам.

Размеры поверхности нагрева экономайзера зависят от разности температур дымовых газов на выходе из пароперегревателя и на входе в воздухоподогреватель и могут намного различаться у котлов отдельных типоразмеров. Вода в экономайзерах современных барабанных котлов, как правило, не нагревается до кипения, хотя конструкция этих экономайзеров допускает возможность частичного испарения в них воды.

### 3.1.4 Пароперегреватели

Во всех котлах ТКЗ ширмы и радиационные трубные панели относятся к первичному пароперегревателю. Первичный пар охлаждает и настенные панели конвективных газоходов, которые в котлах с негерметичным экранированием устанавливают не столько для поглощения тепла дымовых газов, сколько для защиты обмуровки и увеличения длительности ее работы. Промежуточный пароперегреватель, как правило, весь состоит из конвективных трубных пакетов.

Несмотря на наличие большого числа различных схем и конструкций, условия размещения в котле основных элементов пароперегревателя настолько жестки, что последовательность их расположения по пути дымовых газов почти одинакова в большинстве котлов. Как правило, в радиационных трубных панелях, в зоне активного горения топлива, трубы имеют гораздо более высокую тепловую нагрузку, чем во всех остальных частях первичного пароперегревателя, вследствие чего температура



наружной поверхности этих труб может превышать температуру проходящего в них пара на несколько десятков градусов. В такие панели целесообразно направлять наименее нагретый пар: в барабанных котлах – насыщенный, а в прямоточных сверхкритического давления – непосредственно после получения его из воды.

Лишь в немногих котлах радиационные панели пароперегревателя не расположены первыми по ходу первичного пара. Так, в Т-образных котлах насыщенный пар проходит сначала через отдельные группы конвективных трубных пакетов, а затем через радиационные панели, установленные только в верхней части вертикальных стен и на потолочном перекрытии топочной камеры, вдали от зоны наиболее интенсивного выделения тепла. Но и в таких котлах в радиационные панели пароперегревателя направляется мало перегретый первичный пар.

Следующей крупной поверхностью нагрева по ходу первичного пара бывают обычно ширмы. Пар проходит в большинстве котлов сначала через крайние ширмы, а затем через средние, после чего направляется в конвективные трубные пакеты, в которых нагревается до конечной температуры.

Промежуточный пароперегреватель в большинстве котлов размещен по ходу дымовых газов за первичным. Это объясняется тем, что при давлении примерно 30 кгс/см<sup>2</sup> передача тепла от металла пару происходит менее интенсивно, чем в первичном пароперегревателе, вследствие чего высокая тепловая нагрузка промежуточного пароперегревателя считается нежелательной.

Далее следует конвективный пароперегреватель. По конструкции конвективные трубные пакеты пароперегревателя разделяются на вертикальные, размещенные в верхнем перепускном газоходе, и на горизонтальные, установленные в опускном газоходе. Трубы вертикальных пакетов висят на своих сборных коллекторах, расположенных над газоходом, лишь у многопетлевых змеевиков часть верхних изогнутых участков труб подвешивают дополнительно к балкам потолочного перекрытия котла. Горизонтальные трубные пакеты, омываемые газами температурой ниже 600-800°С, прикрепляют с помощью вертикальных крепежных стоек к горизонтальным опорным балкам с воздушным охлаждением или к собственным коллекторам, расположенным в газоходе, или опирают на подвесную систему из охлаждаемых труб.

## 3.2 Топочные устройства

### 3.2.1 Горелки

На ОАО ТКЗ разработаны конструкции горелок мощностью от 7,5 до 75 МВт для сжигания в котлах почти всех видов топлив. Горелки позволяют сжигать одновременно и отдельно до 7 видов топлив: мазут, природный, доменный, коксовый газы, три вида твердого топлива в одной горелке. Для котлов-утилизаторов разработаны специальные дожигающие горелки с повышенной экономичностью.

#### **Горелка низкотоксичная**

Газомазутная низкотоксичная горелка предназначена для установки на энергетических котлах, работающих на природном газе и мазуте. Горелки выполняются с индивидуальным подводом горячего воздуха (тип ГМВИ III) либо групповым подводом (тип ГМВГ III). Воздушный короб разделен на два канала – внутренний и периферийный. В периферийном канале короба установлен тангенциальный завихривающий аппарат с регулируемым углом установки лопаток. Во внутреннем канале горелки установлен аксиальный закручивающий аппарат с профилированными лопатками. Трубы для установки мазутной форсунки, запальника и гляделки визуального наблюдения размещены в центральном воздушном канале горелки. Подвод воздуха в центральный канал осуществлен из внутреннего канала короба. При этом предусмотрено регулирование расхода воздуха в центральный канал с помощью шиберов.

Горелка выполнена с комбинированной подачей природного газа. Часть газа подается в центральную часть горелки через конусный насадок с отверстиями. Оставшаяся часть газа подается из кольцевого газового коллектора в рассечку между внутренним и периферийным воздушным каналами горелки по трубам с выходными наконечниками, ориентированными из условия оптимального, с точки зрения снижения NO<sub>x</sub>, смешения газа с воздухом.

Визирная труба датчика селективного контроля факела горелки устанавливается в районе амбразуры горелки.

Включение горелки в работу, регулирование подачи топлива и воздуха производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации котла и режимной картой.

### **Горелка газовая многотопливная**

Горелка многотопливная предназначена для установки на энергетических котлах, работающих на природном газе, а также на доменном и коксовом газе. Ниже приведена информация о многотопливной горелке, применяемой на котле марки ТГЕ-30. Горелка выполнена с индивидуальным подводом горячего воздуха. Короб горячего воздуха разделяется на два потока: периферийный и внутренний. В периферийном и внутреннем каналах установлены аксиальные закручивающие аппараты. Доменный газ подается отдельным коробом в наружный канал горелки, где установлен аксиальный закручивающий аппарат.

### **Горелка пылегазовая**

Горелка пылегазовая предназначена для установки на энергетических котлах, работающих на твердом топливе и природном газе. В качестве примера ниже приведено описание пылегазовой горелки для котла ТПП-210. Горелка выполнена с индивидуальным подводом горячего воздуха. Воздушный короб разделен на два канала – внутренний и периферийный. В наружном и внутреннем каналах горелки установлены аксиальные завихрители с профилированными лопатками, в центральном канале – аксиальный завихритель с прямыми лопатками.

Природный газ подается в центральную часть горелки через конусный насадок с отверстиями. Коксовый газ подается из короба в рассечку между внутренним и периферийным воздушными каналами горелки по трубам.

В центральном канале установлена гляделка для визуального наблюдения за устьем горелки. Труба для установки датчика селективного контроля факела горелки установлена в районе амбразуры горелки. Труба для установки запальника установлена в рассечке между внутренним и периферийным воздушными каналами горелки.

Подвод аэросмеси в горелку осуществляется через улитку, установленную на входе в канал аэросмеси.

Газораздающий узел выполнен по двухколлекторной схеме. Газ подается в каждый коллектор отдельно, а из коллекторов раздается по газовым трубкам. В центральной трубе горелки расположены трубы для установки растопочной мазутной форсунки, запального устройства и гляделки для визуального наблюдения за устьем горелки. Труба для установки датчика контроля факела горелки установлена в районе амбразуры горелки.

## 3.2.2 Форсунки

Специалистами ОАО ТКЗ «Красный котельщик» разработана более совершенная конструкция паромеханических форсунок «ТАГПОЛ», позволяющая укомплектовать горелки любой производительности на любые давления и вид жидкого топлива.

№ типораз. форсунок	Давление мазута, Р, кгс/см <sup>2</sup>					Давление мазута, Р, кгс/см <sup>2</sup>				
	35	25	18	6	1	8	6	4	2	1
	Расход мазута, Q, кг/час					Расход пара, Q, кг/час				
1	750	634	538	310	126	82	60	42	24	17
2	1000	845	717	414	169	88	64	46	25	18
3	1200	1014	860	496	203	99	68	48	27	20
4	1500	1267	1075	621	253	104	76	54	30	22
5	1750	1479	1255	725	296	110	80	57	32	23
6	2000	1690	1434	828	338	125	92	63	38	26
7	2500	2112	1793	1035	423	145	102	73	43	30
8	3000	2535	2151	1242	507	145	102	73	43	30
9	3500	2958	2509	1449	592	185	117	83	50	35
10	4100	3465	2940	1698	693	200	135	100	55	40
11	4600	3888	3299	1905	777	260	180	130	76	52
12	4800	4056	3442	1987	811	260	180	130	76	52
13	5200	4394	3729	2153	879	292	204	146	87	60
14	6000	5070	4303	2484	1014	350	242	175	105	70
15	7500	6328	5379	3105	1267	360	280	200	120	80
16	9000	7606	6454	3726	1521	432	336	240	144	95
17	10000	8451	7171	4140	1690	480	373	266	160	106

Эта форсунка отличается более полным использованием потенциальной энергии мазута и пара для дробления мазута на капли.

Приемлемая дисперсность достигается уже при давлении пара 1,5 кгс/см<sup>2</sup> и расходе пара 1,5-1,7% от расхода мазута, при повышении же давления пара до стандартной величины (6 кгс/см<sup>2</sup>) дисперсность капель не превышает 120 микрон. Это позволяет при определенных условиях добиться значительного снижения концентрации окислов азота в дымовых газах при сжигании мазутов.

### В конструкции форсунок «ТАГПОЛ»:

- исключена возможность попадания мазута в паровую линию при закоксовывании;
- исключено влияние случайных факторов на расходную характеристику форсунки (за счет

надежной фиксации всех деталей без применения прокладок);

- увеличен ресурс стабильной расходной характеристики форсунок до 16000 рабочих часов (за счет применения высококачественного металла и поверхностного упрочнения поверхностей);
  - разброс производительности в каждой партии форсунок не превышает 1% от номинала (за счет строгого отбора при тарировке и доводке до требуемых параметров на заводском стенде).
- Сегодня форсунками «ТАГПОЛ» комплектуются все горелки котлов большой мощности производства ОАО ТКЗ «Красный котельщик».

### 3.2.3 Блок автоматизированной горелки котла (БАГК)

БАГК предназначен для сжигания газа и мазута. В комплект БАГК наряду с горелкой входят: форсунка, блок газовой и мазутной арматуры, запально-защитное устройство с датчиками контроля факела запальника и горелки, блок управления горелкой.

**Конструкция БАГК позволяет:**

- экономично сжигать газ и мазут в широком диапазоне нагрузок котла;
- в сочетании с подачей газов рециркуляции обеспечить выбросы  $\text{NO}_x$  не более  $100 \text{ мг/м}^3$  при сжигании газа и  $250 \text{ мг/м}^3$  при сжигании мазута;
- производить автоматический розжиг горелки как с панели блока управления горелкой, установленного рядом с горелкой, так и с компьютера блочного щита управления котлом (БЩУ);
- дистанционное пооперационное управление горелкой с панели блока управления; диагностирование оборудования БАГК с целью проверки

готовности БАГК к розжигу; визуальный контроль за состоянием всех основных элементов БАГК с панели блока управления и с монитора компьютера БЩУ;

- отключение горелки или введение запрета на ее розжиг при несрабатывании любой из команд управления или срабатывании любых из защит на отключение горелки или котла;
- определение и информация оператора (по вызову) о выработке ресурса основных элементов БАГК.

По желанию заказчика завод может поставить БАГК в полном комплекте или оснащать находящиеся на котлах горелки арматурными рамами и блоками управления как на газе и мазуте, так и на одном из них.

## 3.3 Воздухоподогреватели

### 3.3.1 Регенеративные вращающиеся воздухоподогреватели

Регенеративные вращающиеся воздухоподогреватели устанавливаются на паровых котлах большой производительности и предназначены для подогрева воздуха, поступающего в горелочные устройства котлоагрегатов за счет использования тепла уходящих топочных газов. На ОАО ТКЗ «Красный котельщик» с 1959 года изготовлено более 2,4 тыс. регенеративных воздухоподогревателей, отличающихся не только размерами, но и конструктивными решениями. В настоящее время завод освоил изготовление РВП с диаметром ротора от 4,1 м до 13,8 м.

РВП состоит из вращающегося на вертикальном валу ротора, внутри которого располагаются пакеты с нагревательными листами определенного профиля. Ротор закреплен на несущем фланце вала, который своей верхней частью закрепляется в направляющем сферическом роликоподшипнике, нижней частью опирается на упорно-сферический роликоподшипник, установленный в специальном корпусе на опорной балке металлоконструкций РВП.

Для вращения ротора предусмотрено один либо два периферийных электромеханических привода с цевочным зацеплением, оборудованные устройством плавного пуска.

Привод сообщает ротору вращательное движение с помощью приводной звездочки, входящей в зацепление с цевочным ободом, расположенным на наружной поверхности ротора.

Ротор заключен в неподвижный цилиндрический корпус, состоящий из двух горизонтальных крышек, связанных между собой цилиндрическим кожухом из отдельных щитов.

К крышкам корпуса подсоединяются газовые и воздушные патрубки холодной и горячей стороны воздухоподогревателя.

В патрубках имеются лазы для доступа к верхней и нижней частям ротора при ремонтах и обслуживании.

Воздухоподогреватель устанавливается на опорных металлоконструкциях, снабженных опорной балкой, которые, в свою очередь, должны устанавливаться на специальные опорные фундаменты.

Воздухоподогреватель имеет устройства для очистки поверхностей нагрева – обмывки и паровой обдувки и устройство пожаротушения.

С целью предотвращения перетоков воздуха в газовую часть, в каждом воздухоподогревателе предусмотрены периферийные, радиальные и аксиальные уплотнения. Для минимизации перетоков воздуха регенеративный в/п может быть оборудован автоматической следящей системой за зазорами между ротором и радиальными плитами либо газодинамическим уплотнением.

Конструктивно все аппараты оборудованы рычажной механической системой уплотнений, отличающейся расположением и количеством кинематических связей в зависимости от размеров и компоновки РВП.

С целью повышения долговечности и надежности РВП на ОАО ТКЗ «Красный котельщик» специально разработаны редуктора для приводов, которыми комплектуются все последние модификации воздухоподогревателей.

### 3.3.2 Трубчатые воздухоподогреватели (ТВП)

На ТКЗ «Красный котельщик» разрабатываются и изготавливаются трубчатые воздухоподогреватели (ТВП) для подогрева холодного воздуха, поступающего в топку котла, до 460°C. Конструктивно ТВП располагаются либо в опускном газоходе, либо за пределами котлоагрегата и представляют собой колонны или ярусы (в зависимости от проекта), собранные из секций, соединенных между собой газоходами и перепускными коробами. Для обеспечения прочности и надежности секций ТВП при работе в зоне высоких температур применяются трубные доски и трубы из теплоустойчивых и легированных сталей.

Соединительные короба воздухопроводов и газоходов изготавливаются из щитов различной формы

с применением сталей, обеспечивающих прочность, долговечность и необходимую плотность соединения с секциями.

Для компенсации температурного расширения коробов применяются линзовые компенсаторы. Они изготавливаются высотой до 350 мм из листовой стали толщиной до 2 мм, обеспечивающей надежную работу при заданных температурах. Материал компенсаторов – Ст2сп, 09Г2С, 12Х18Н10Т и т. п.

Конструкция ТВП предусматривает установку устройств пожаротушения и лазов для ремонта и обслуживания.

### 3.3.3 Энергетические калориферы

Энергетические калориферы из стальных труб с сварным спирально-ленточным оребрением предназначены для предварительного подогрева воздуха до его поступления в газовые воздухоподогреватели котлов, работающих на твердом, жидком и газообразном топливе, а также для использования в системах вентиляции и воздушного отопления помещений электростанций и промышленных предприятий. Отличительной особенностью калориферов производства ТКЗ является индивидуальный подход к каждой установке для конкретного заказчика, который заключается в проектировании установки в целом с последующей разбивкой на секции или поставочные блоки.

Поставочный блок паровых калориферов состоит из вертикальных теплоотдающих элементов, паровых раздающих коллекторов с патрубками для подвода пара, конденсатоотводящих коллекторов с патрубками для отвода конденсата и штуцером для отвода несконденсировавшихся газов, металлического каркаса с обшивкой, обеспечивающей отсутствие протечек воздуха помимо поверхности нагрева. Поставочный блок водяных калориферов в части теплоотдающих элементов и каркаса аналогичен паровым калориферам. Отличие заключается в двухходовой схеме прохождения греющей среды.

Конструктивные характеристики	Параметры оребрения, мм			Расположение труб – шахматное		Длина оребренной части, м	Количество рядов труб по ходу воздуха	Количество труб в одном ряду	Параметры воздуха и греющего пара			Предельные параметры греющего пара		
	Диаметр труб, мм	высота ребра	толщина ребра	шаг оребрения	поперечный шаг S1, мм				поперечный шаг S2, мм	температура воздуха на входе	температура воздуха на выходе, °C	параметры пара на входе	давление, кгс/см³	температура, °C
32	11	1	4	70	100	60	до 5-ти*	3-4-5-6-8	до 40	по заданию	1200	по заданию	16	3500

\* При этом предусмотрены технические решения, обеспечивающие отсутствие вибрации трубного пучка.

При проектировании установки калориферов определяется оптимальная поверхность нагрева за счет индивидуального подхода к выбору:

- поперечного шага труб;
- количества рядов труб по ходу воздуха;
- количества труб в ряду (ширина установки);
- длины оребренных труб (высота установки).

Калориферы проходят на заводе гидроиспытания давлением 100 кгс/см².

Проектирование и изготовление энергетических калориферов производится по лицензии Ростехнадзора России.

## 3.4 Системы шлакоудаления

Установки механического шлакоудаления служат для удаления жидкого или сухого шлака из-под топок энергетических котлов.

Транспортер шнековый производительностью 2 т/час представляет собой ванну, внутри которой под углом 30° к горизонту находится шнек, который нижним концом вала опирается на упорный подшипник, а верхним — на подшипник качения. Транспортер содержит нож для грубого дробления шлака, дробильное устройство и шлакосбросной короб, через который раздробленный шлак подается в канал гидрозолоудаления.

Транспортер шнековый производительностью 7 т/час представляет собой ванну со шнеком, которая расположена под углом 17° 30' к горизонту. Ванна соединена с рамой, на которой установлена дробилка с приводом. Внутри корпуса имеется нож для грубого дробления шлака, а также съемная решетка.

Конструкция установки «сдвоенный шнек» обеспечивает производительность до 25 т/час, а при работе одного шнека — 15 т/час.

Транспортер шлаковый «сдвоенный шнек» предназначен для механизированного шлакоудаления

в мощных котельных агрегатах, работающих на сланцевых и других высокозольных топливах, шлак которых обладает взрывоопасностью в период грануляции, а также имеет способность цементироваться.

Установка состоит из следующих основных узлов: корпуса ванны, двух параллельно спаренных шнеков, четырех аварийных люков, клапана-мигалки и двух приводов.

Транспортер роторно-скребковый предназначен для приема, охлаждения, грануляции, дробления и удаления шлака из-под энергетических котлов с жидким и твердым шлакоудалением.

Ванна транспортера представляет собой конусную вращающуюся чашу, которая опирается по окружности на шары диаметром 76,2 мм, свободно перемещающиеся по опорному кольцу. Чаша вращается на оси, которая находится в нижней части каркаса транспортера. Внутри чаши имеются конус дробильный и стол, которые образуют круговую дробилку, имеющую угол захвата 35°. Транспортер содержит короба сброса, через которые шлак подается в канал гидрозолоудаления.

## 3.5 Котельно-вспомогательное оборудование

### 3.5.1 Дождевая заслонка дымовой трубы

Шибер дымовой трубы предназначен для защиты котла в нерабочем положении от атмосферных осадков, а также для удаления в дренажную линию осадков, попавших в дымовую трубу.

Шибер устанавливается на дымовой трубе котла и крепится болтами к ее фланцу своим верхним фланцем. К нижнему фланцу шибера крепится переходной патрубком. Шибер соединяется с дренажной линией для удаления атмосферных осадков, а также с системой управления котлом.

Шибер состоит из корпуса, на котором крепятся все его основные узлы и детали, привода электромеханического, двух тяг соединительных, двух створок. При пуске котла дается команда с БЩУ на открытие шибера. Только после того как шибер откроется, дается команда на запуск турбины. Привод открывает створки, действуя на рычаги створок тягами соединительными. В открытом состоянии створки шибера фиксируются двумя стопорами, кроме того, после стыковки стопоров створки поджимаются пружинами тяг соединительных. После останова

турбины дается команда на закрытие шибера. Привод закрывает створки, действуя на рычаги створок тягами соединительными. Створки в закрытом состоянии также поджимаются пружинами тяг соединительных. Конечные положения створок (закрытое и открытое) обеспечиваются конечными выключателями привода, которые имеют возможность регулировки, что позволяет настраивать шибер достаточно точно. Конечные выключатели продублированы, что исключает возможность аварии привода.

Техническое обслуживание заключается в выполнении следующих работ:

- проверка технического состояния;
- восстановление и замена смазки.

Подшипники валов необходимо смазывать через пресс-масленки с периодичностью один месяц смазкой ВНИИНП- 210 по ТУ 38.101275-72 либо смазкой ИНДА по ТУ 38.101991-84. Шаровые опоры соединительных тяг необходимо смазывать через пресс-масленки с периодичностью раз в месяц смазкой ШРБ по ТУ 3014030-94.

Рабочая температура газов в сухотрубном режиме, °C	Привод	Мощность, кВт	Напряжение, В	Диаметр дренажной линии, мм	Габаритные размеры, мм			Внутренний диаметр шибера, мм	Масса
					длина	ширина	высота		
450	мотор-редуктор МРТ-1	2,2	380	50	4470	3220	1260	3000	2770



### 3.5.2 Сепараторы растопочные выносные

Сепараторы растопочные выносные диаметром 1000 Ср-1,0 и диаметром 2000 Ср-2,0 предназначены для разделения пароводяной смеси на пар и воду. Пароводяная смесь поступает из встроенных сепараторов. Количество комплектующей

предохранительной арматуры зависит от мощности энергоблока. Сепаратор Ср-2,0 универсален по конструкции, используется в блоках мощностью 500, 800 и 1200 МВт, обеспечивает надежный водный режим и утилизацию тепла при пусках котлов.

Тип сепаратора	Условный диаметр, мм	Давление рабочее, МПа	Строительная высота, мм	Среда рабочая	Температура рабочая, °С	Производительность, т/ч		Масса без учета арматуры, кг	
						по пару	по воде		
Ср-1,0	1000	2,0	4010	пароводяная смесь	300	150	285	4363	
Ср-2,0	2000	2,0	7390	пароводяная смесь	300	630	2000	500 МВт	16163
								800 МВт	16923
								1200 МВт	17683

### 3.5.3 Сепараторы периодической продувки

Сепаратор периодической продувки предназначен для приема станционных дренажей, периодической продувки, слива и перелива деаэраторов,

аварийного слива из барабанов котлов, опорожнения пароперегревателей, а также продувок главных и других паропроводов.

Тип сепаратора	Условный диаметр, мм	Давление рабочее, МПа	Давление расчетное, МПа	Строительная высота, мм	Среда рабочая	Температура рабочая, °С	Температура расчетная, °С	Нагрузка по пару допустимая, т/ч	Масса, т
СП-5,5У	1400	0,15	0,8	4100	пароводяная смесь	127	350	70	1,83

### 3.5.4 Сепараторы непрерывной продувки

Сепаратор непрерывной продувки предназначен для разделения пароводяной смеси, образующейся из продувочной среды парогенераторов, на пар и воду и устанавливается в схемах непрерывной продувки.

Сепаратор комплектуется двумя предохранительными клапанами Ду 80 типа Т-32. Сепараторы изготавливаются в соответствии с требованиями правил Ростехнадзора.

Тип сепаратора	Условный диаметр, мм	Давление рабочее, МПа	Строительная высота, мм	Среда рабочая	Температура рабочая, °С	Производительность, т/ч		Масса с учетом арматуры, кг
						по пару	по воде	
СП-1,5У	800	0,78	4200	пароводяная смесь	175	12,5	65	1489

### 3.5.5 Клапаны прямоугольные с ответными фланцами

Клапан прямоугольного сечения предназначен для установки на газовоздуховодах и применяется в качестве запорного органа на газовом и воздушном тракте котла.

Конструкция запорных газовых клапанов разработана из условий работы котла и обеспечения плотности газового тракта.

Конструкция корпуса предусматривает наличие ограничительных элементов поворота заслонок, снаружи клапана установлены индикаторы положения заслонок внутри клапана.

Заслонка представляет собой литую чугунную конструкцию и управляется при помощи специальной

кинематической связи, обеспечивающей открытие и полное закрытие заслонки при помощи штатных дистанционных электроприводов. Конструкция заслонок позволяет производить демонтаж их из клапана через специальное окно в газоходе, без снятия корпуса из магистрали котельного устройства. Узлы уплотнения вала в корпусе выполнены с целью предупреждения выброса среды в атмосферу и конструктивно позволяют исключить перекосы при установке опорных подшипников.

Конструкция корпусов подшипников позволяет при изготовлении клапанов произвести центровку осей заслонок и регулировку их относительно корпуса.

Указатели положения заслонки в корпусе устанавливаются на выходном валу и позволяют визуально определить положение каждой заслонки относительно корпуса.

### Работа клапана

При работе клапана в составе газохода котла практически исключаются выбросы газов в атмосферу

благодаря герметизации сальниковым уплотнением из вспененного графита. Управление заслонками производится при помощи кинематической связи валов штатным электроприводом.

Температура среды, °С	Рабочее давление среды перед клапаном, мм. ст.	Запыленность среды, г/м³	Влагосодержание, г/кг	Тип подшипниковых опор	Сальниковая набивка	Допускаемый пропуск среды через полностью закрытый клапан, не более, %	Наработка на отказ, не менее, час	Установленный ресурс до капитального ремонта, не менее, час	Срок службы до списания, лет не менее
40-570	300	100	400	сферические качения	графлен ТУ-101.01-92	2	4000	25000	20

Конструкция клапана предусматривает встроенный привод с электрическим дистанционным управлением МЭО 1600/63-0,5-92К (электродвигатель АИР56В4 490Вт).

Клапан снабжен механическим ограничителем полного открытия заслонки.

## 3.6 Металлоконструкции

К металлоконструкциям котла относятся его каркас, обшивка и необходимые для его обслуживания помосты и лестницы.

### Каркас опорного типа

Основное назначение каркаса современного котельного агрегата состоит в том, что он воспринимает нагрузку других элементов котла и передает ее на фундамент или на верхние балки здания. Кроме того, каркас препятствует нежелательным деформациям в горизонтальном направлении отдельных элементов котельного агрегата и способствует сохранению его прочности во время землетрясений.

Наиболее распространены каркасы опорного типа, состоящие из вертикальных колонн и соединяющих их горизонтальных ферм и балок, а также диагональных связей. В барабанных котлах вся экранная система, включая барабан, присоединена к верхней части каркаса; в газоплотных котлах, как барабанных, так и прямоточных, все цельносварные панели ограждения висят на опирающихся на колонны балках потолочного перекрытия. В прямоточных котлах с негерметичным экранированием к каркасу прикрепляют каждую из экранных трубных панелей, благодаря чему уменьшается нагрузка верхней части каркаса и сокращается его общая масса.

Во всех таких каркасах присоединенные к вертикальным колоннам горизонтальные балки и фермы не только передают колоннам вес опирающихся на них поверхностей нагрева, обмуровки и других элементов, но и, скрепляя колонны друг с другом, препятствуют их прогибу или падению. Еще более эффективно взаимное соединение колонн диагональными связями.

Колонны представляют собой сваренные в виде двутавра стальные полосы большой длины, к которым приварены крепежные детали для присоединения

ферм и других элементов каркаса. При большой высоте колонн их изготавливают в виде нескольких частей, стыкуемых при монтаже. Нижние концы колонн прикрепляют к фундаменту котла и заливают бетоном, что способствует увеличению жесткости колонн, которые работают как рамные конструкции, защемленные в нижнем конце. Полезность увеличения жесткости обусловлена тем, что колонны воспринимают не только вертикальные, но и изгибающие и скручивающие нагрузки от сопряженных балок и ферм, а также термические напряжения, возникающие при неравномерном нагревании отдельных элементов каркаса.

У котлов с негерметичным экранированием рамы щитов для крепления обмуровки изготавливают из прокатного профиля и приваривают к балкам и другим несущим элементам каркаса. Листы наружной металлической обшивки приваривают к рамам по всему периметру сплошным швом, чем обеспечивается герметичность стен котельного агрегата. Одновременно такие щиты повышают жесткость каркаса. Вес обмуровки передается расположенным на разной высоте отдельным горизонтальным балкам и фермам каркаса, которые нагружены больше, чем в газоплотных котельных агрегатах, где почти все обмуровочно-изоляционные материалы прикреплены к трубным панелям ограждения.

Котлы, устанавливаемые в сейсмической местности, имеют еще более жесткий каркас и еще большее сечение его крепежных элементов. Достаточность усиления таких каркасов у котлов ТКЗ была практически подтверждена, например, при землетрясении в г. Ташкент. У устанавливаемых в сейсмической местности газоплотных котлов имеются ограничители на балках жесткости, препятствующие раскачиванию висящей трубной части котла во время землетрясения.

### Щитовой каркас

В прямоточных котлах с негерметичным экранированием нагрузки от поверхностей нагрева передаются балкам и фермам по всей высоте каркаса. В верхней части этого каркаса нагрузка оказывается меньшей, чем у рассмотренных выше других типов котлов.

Нижней частью такого каркаса является постамент, достигающий по высоте до пода топочной камеры и до нижней из поверхностей нагрева в опускном конвективном газоходе. На этот постамент устанавливают ярус за ярусом вертикальные обшивочные щиты с рамой из швеллера или двутавра большого профиля. К щитам прикрепляют поверхности нагрева и обмуровку. Верхние обшивочные щиты опираются на расположенные под ними. Колонны имеются только в постаменте, но по углам топки и газоходов устанавливают обшивочные щиты с вертикальными балками большого профиля, причем в нижней части котла эти балки имеют наибольшее сечение. На обшивочные щиты верхнего ряда устанавливают горизонтальные балки потолочного перекрытия. Боковые и задние наружные вертикальные фермы легкого профиля служат в основном для более точной установки на место обшивочных щитов в период монтажа котла.

При монтаже таких котлов необходимо обеспечить равномерное распределение нагрузки между большим числом тяг, на которых висит сваренный из трубных панелей цельносварной короб ограждения. С этой целью каждую тягу поочередно поднимают на небольшое расстояние с помощью переносного гидродомкрата и определяют приходящуюся на нее нагрузку по давлению масла в домкрате. После этого производится выравнивание нагрузки путем подтягивания или отпускания гаек в месте крепления отдельных тяг. Гидродомкрат и небольшая насосная установка с ручным приводом поставляются обычно заводом совместно с котлом.

Подвешивание котла на хребтовых балках здания считается перспективным способом его установки, но затруднительным в сейсмической местности.

### Помосты и лестницы

Помосты для обслуживания котла обычно представляют собой сваренные из швеллеров горизонтальные рамы с приваренным к ним настилом. Лестницы между помостами состоят из двух стальных полос, между которыми приварены ступеньки. Ограждение помостов состоит из вертикальных стальных стоек, к которым прикреплены (обычно в два ряда по высоте) горизонтальные стальные прутья. Аналогичное наклонное ограждение имеют лестницы. Наклон лестниц к горизонтали равен, как правило,  $45^\circ$ . Настил помостов и лестниц делают решетчатым, чем предотвращается возможность их загрязнения.

Длинные помосты, прикрепленные кронштейнами к колоннам и фермам каркаса, несколько увеличивают его жесткость. Более всего способствуют повышению этой жесткости круговые помосты, опоясывающие топочную камеру или всю верхнюю часть котла. Рамы таких помостов усиливают, и они, как горизонтальные фермы, являются одним из креплений каркаса.

Каждый типоразмер котлов ТКЗ имеет свою типовую схему помостов и лестниц, обеспечивающую наиболее удобное обслуживание обдувочных приборов, удобный доступ к лючкам и другим отверстиям в обмуровке и т. д. Для отдельных котлов одного типа изменяют лишь нижнюю часть помостов и лестниц в зависимости от высоты основной площадки обслуживания и других особенностей различных котельных.

Для основной части помостов обслуживания котлов, висящих на хребтовых балках здания, используются горизонтальные балки жесткости, эти помосты и лестницы висят на цельносварном ограждающем коробе котла и совместно с ним перемещаются на небольшое расстояние по вертикали при его тепловых деформациях. Отдельные помосты в верхней части котла подвешивают иногда к хребтовым балкам, а в нижней части котла опирают на элементы здания. Лестницы, расположенные между неподвижными и перемещающимися по вертикали помостами, имеют в верхнем конце шарнирное крепление, а внизу – скользящую опору.

## 4. ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### 4.1 Подогреватели высокого давления

#### 4.1.1 Коллекторно-спиральные ПВД с поверхностью теплообмена из труб D32 мм

Подогреватели высокого давления предназначены для подогрева питательной воды в системах регенерации паровых турбин за счет охлаждения и конденсации пара, отбираемого из промежуточных ступеней турбин, и за счет охлаждения конденсата греющего пара.

Для систем регенерации высокого давления паротурбинных установок мощностью от 50 до 1200 МВт применяются ПВД коллекторно-спиральной конструкции с горизонтальными плоскоспиральными трубными элементами.

Подогреватель высокого давления такой конструкции представляет собой сварной аппарат вертикального типа. Основными узлами подогревателя являются корпус и трубная система.

Корпус подогревателя состоит из съемной части (цилиндрическая обечайка со штампованным днищем и фланцем) и нижней несъемной части (днище с фланцем и опорой).

Нижняя часть корпуса соединена сваркой с коллекторами трубной системы.

Тип подогревателя	Рабочие параметры				Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> (допуск ±5%)			Габаритные размеры, мм		Масса подогрев. без арматуры, т (допуск ±5%)
	Производительность – расход питател. воды, т/ч, с допуск.	Давление питател. воды в трубн. системе, МПа	Давление пара в корпусе, МПа	Темпер. пара на входе в ПВД, °С	Полная	Зона ОП	Зона ОК	Диаметр (наружн.) (допуск ±1%, но не более 20 мм)	Длина (расстояние между крайн. точк.) (допуск ±50)	
ПВ-50-180	87 (+0,5; -20)	18,5	3,25	422	54	–	–	1150	3885	6,4
ПВ-180-180-20-3	200 (+5; -25)	17,7	1,96	350	146	–	16,3	1528	5040	11,7
ПВ-180-180-33-1			3,24	435	180	32,8		1540	5650	14,9
ПВ-350-230-21-3	375 (+5; -75)	22,6	2,06	355	303	–	–	1532	6730	18,8
ПВ-350-230-36-1			3,53	430	350	31,6	42,1	1550	7250	23,3
ПВ-350-230-50-1			4,90	475				1568		26,1
ПВ-425-230-13-1	550 (+5; -80)	22,6	1,28	450	425	42,0	63,0	1732	7640	25,9
ПВ-425-230-25-4			2,45	475	383	–		1740	6795	25,7
ПВ-425-230-37-1			3,63	500	425	42,0		1760	7660	31
ПВ-475-230-50	550 (+50; -80)	22,6	4,9	420	477	83,0	41,5	1772	8366	38,1
ПВ-775-265-13	700 (+10; -75)	26,0	1,28	480	775	72,4	92,8	2244	9625	51
ПВ-775-265-31-1			3,04	350	703	–		2260	8770	50
ПВ-775-265-45			4,41	405	775	82,5	51,6	2290	9625	63,5
ПВ-760-230-14-1	850 (+10; -85)	22,6	3,92	350	676	–	95,0	2280	8370	54,3
ПВ-800-230-21				375	800	84,5	63,4		9050	62,35
ПВ-800-230-32				475	800	84,5	31,7		9050	62,9
ПВ-900-380-18-1	950 (+10; -80)	37,2	1,77	475	992	101,0	152,0	2464	9160	72,1
ПВ-900-380-66-1			6,47	390	980		75,0	2520		92,2
ПВ-1200-380-43-1			4,22	335	1203		188,0	2680		89,6
ПВ-1250-380-21-1	1030 (+10; -80)	37,2	2,06	425	1300	124,0	187,0	2664	10370	95,4
ПВ-1700-380-51-1	1030 (+10; -80)	37,2	5,0	310	1678	134,0	201,0	3110	9925	133,3
ПВ-1550-380-70-1	1030 (+10; -80)	37,2	6,88	365	1558	152,0	152,0	2960	10455	152
ПВ-1800-37-2,0	1700 (+10; -90)	37,0	2,0	450	1782	108,0	126,0	2860	11175	126
ПВ-1800-37-4,5	1700 (+10; -90)	37,0	4,5	300	1890	–	126,0	2910	11305	150,5
ПВ-1800-37-6,5	1700 (+10; -90)	37,0	6,5	350	1782	98,6	81,4	2960	11395	172,4
ПВ-1800-37-2,0-1	1700 (+10; -90)	37,0	2,0	450	1782	108,0	126,0	2860	11175	127,6
ПВ-1800-37-4,5-1	1700 (+10; -90)	37,0	4,5	300	1890	–	126,0	2910	11305	150,6
ПВ-1800-37-6,5-1	1700 (+10; -90)	37,0	6,5	350	1782	98,6	81,4	2960	11395	172,6

## 4.1.2 Коллекторно-спиральные ПВД с поверхностью теплообмена из труб D22 мм

С целью повышения технического уровня ПВД разработана конструкция унифицированной серии подогревателей с поверхностью нагрева из труб диаметром 22х3,5 мм. Это решение позволило интенсифицировать теплообмен, снизить металлоемкость, повысить компактность и надежность.

Тип подогревателя	Рабочие параметры				Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> (допуск ±5%)			Габаритные размеры, мм		Масса подогр. без арматуры, т (допуск ±5%)
	Производительность – расход питател. воды, т/ч, с допуск.	Давление питател. воды в трубн. системе, МПа	Давление пара в корпусе, МПа	Темпер. пара на входе в ПВД, °С	Полная	Зона ОП	Зона ОК	Диаметр (наружн.) (допуск ±1%, но не более 20 мм)	Длина (расстояние между крайн. точк.) (допуск ±50)	
ПВД-250-23-2,5	250 (+5; -25)	23,0	2,5	350	224,5	19,1	28,7	1540	6435	17,33
ПВД-250-23-3,5	250 (+5; -25)	23,0	3,5	350	224,5	19,1	28,7	1550	6435	19
ПВД-375-23-2,5-1	365 (+5; -65)	23,0	2,5	350		19,1	28,7	1540	6880	19,3
ПВД-375-23-3,5-1			3,5	435	262,7			1550		21
ПВД-375-23-5,0-1	370 (+5; -65)		5,0	450				1568		23,15
ПВД-550-23-2,5-1	550 (+50; -110)	23,0	2,5	450	450	48,0	72,0	1540	8330	27
ПВД-550-23-3,5-1			3,5					1550		29,1
ПВД-550-23-5,0-1			5,0				48,0	1568		32,1
ПВД-550-37-2,0	475 (+75; -75)	37,0	2,0	450	450	48,0	72,0	1540	8400	28,2
ПВД-550-37-4,5	475 (+75; -75)	37,0	4,5	33S	450	48,0	72,0	1568	8400	33,2
ПВД-550-37-7,0	475 (+75; -75)	37,0	7,0	400	450	48,0	48,0	1610	8400	39,5
ПВД-550-230-25	550 (+50; -110)	23,0	2,5	450	450	48,0	72,0	1540	9090	27
ПВД-550-230-35	550 (+50; -110)	23,0	3,5	450	450	48,0	72,0	1550	9090	29,3
ПВД-550-230-50	550 (+50; -110)	23,0	5,0	450	450	48,0	48,0	1568	9090	32,4
ПВД-650-23-2,5	650 (+20; -100)	23,0	2,5	450	506,7	47,8	47,8	1540	9070	31,2
ПВД-650-23-3,5	650 (+20; -100)	23,0	3,5	360	506,7	47,8	47,8	1550	9070	32,4
ПВД-650-23-5,0	650 (+20; -100)	23,0	5,0	400	506,7	47,8	47,8	1568	9070	34,7
ПВД-850-23-1,5	850 (-200)	23,0	1,5	480	738,7	38,2	89,2	2044	9815	48,8
ПВД-850-23-3,5	850 (-200)	23,0	3,5	350	738,7	38,2	89,2	2064	9815	57,25
ПВД-850-23-5,0	850 (-200)	23,0	5,0	405	738,7	38,2	89,2	2090	9815	64,4
ПВД-1100-37-2,0	1030 (+10; -90)	37,0	2,0	450	1017	185,8	146,7	2660	10400	80,81
ПВД-1100-37-4,5	1030 (+10; -90)	37,0	4,5	315	1105	–	146,7	2710	10300	98,06
ПВД-1100-37-7,0	1030 (+10; -90)	37,0	7,0	375	1037	107,6	88,0	2760	10400	118,2
ПВД-1300-37-2,0	1350 (+50; -100)	37,0	2,0	440	1203	185,8	146,7	2660	11400	89,0
ПВД-1300-37-4,5	1350 (+50; -100)	37,0	4,5	280	1262	–	146,7	2710	11350	106,8
ПВД-1300-37-7,0	1350 (+50; -100)	37,0	7,0	343	1223	107,6	88,0	2760	11400	130,32

### 4.1.3 ПВД камерные с поверхностью теплообмена из труб D16 мм

Дальнейшее уменьшение диаметра труб до 16 мм и применение U-образных труб позволило создать более компактные и надежные подогреватели камерной конструкции с поверхностью теплообмена из нержавеющей труб диаметром 16х2.

Тип подогревателя	Рабочие параметры				Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> (допуск ±5%)			Габаритные размеры, мм		Масса подогрев. без арматуры, т (допуск ±5%)
	Производительность – расход питател. воды, т/ч, с допуск.	Давление питател. воды в трубн. системе, МПа	Давление пара в корпусе, МПа	Темпер. пара на входе в ПВД, °С	Полная	Зона ОП	Зона ОК	Диаметр (наружн.) (допуск ±1%, но не более 20 мм)	Длина (расстояние между крайн. точк.) (допуск ±50)	
ПВД-К-300-17-3,5-4	290	16,2	3,6	350	300,3	54,9	51,0	1450	6510±50	25,65
ПВД-К-300-17-3,5-5				420		54,3	18,9			24,95
ПВД-К-400-20-4,5-5	367,4	20,1	4,3	265	356,5	56,0		1466	7310±50	30,43
ПВД-К-400-20-4,5-6				323	355,4	54,9	51,0			30,55
ПВД-К-400-20-4,5-7	400	20,1	4,3	390	356,7	54,3	18,9	1466	7310±50	29,8
ПВД-К-700-24-2,0	690	24,0	2,0	445	669,2	83,0		1744	8950±100	42,0
ПВД-К-700-24-3,5			3,5	327	669,8	83,6	80,7	1764		44,5
ПВД-К-700-24-4,5			4,5	380	665,9	83,0	28,1	1780		47,0
ПВД-К-700-24-4,5-5	720	24,0	4,5	444	669,2	83,04		1780	8950±100	49,6
ПВД-К-700-24-4,5-6	720	24,0	4,5	303	669,8	83,6	80,8	1780	8950±100	48,6
ПВД-К-700-24-4,5-7	720	24,0	4,6	392,3	665,9	83,0	28,1	1780	8950±100	47
ПВД-К-2Г-1100-24-2, ОТЗ	1100	24,0	2,0	320,2	914	–	85,4	1550	14300±100	54,9
ПВД-К-2Г-1100-24-4, СТЗ	1100	24,0	4,5	333,1	914	–	85,4	1564	14300±100	57,8

### 4.1.4 ПВД для АЭС камерного типа (вертикальное исполнение)

Подогреватели высокого давления камерного типа ПВД-К-3460-13-3,24-IIA, ПВД-К-2360-13-3,24-IIA разработаны для турбоустановки К-1200-6,8/50. Подогреватели предназначены для нагрева питательной воды паром, отбираемым из промежуточных ступеней. Основные элементы конструкции ПВД – паровой корпус, водяная камера, трубная доска, U-образная трубная поверхность теплообмена, дистанциониру-

ющие перегородки, патрубок подвода пара, патрубок отвода конденсата греющего пара, патрубки подвода и отвода питательной воды, люк-лаз. Трубная система состоит из U-образных труб из стали 08X14 МФ наружным диаметром 16 мм и толщиной стенки 1,4 мм. Масса ПВД-К-3460-13-3,24-IIA – 140 т, ПВД-К-2360-13-3,24-IIA – 120 т.

### 4.1.5 Охладители пара

Охладитель пара (ОП) обособлен в схеме регенерации и должен располагаться над подогревателем ВД, в этой зоне происходит охлаждение пара питательной водой. Межтрубное пространство ОП ограничено кожухами. Пар из отбора турбины поступает в ОП, а затем из него в ПВД. Охладитель пара представляет собой аппарат сварной конструкции горизонтального типа камерной конструкции. ОП имеет одну водяную камеру, к которой, в свою очередь, присоединяются два корпуса, расположенные горизонтально. Подвод питательной воды в водяную камеру – нижний, а подвод греющего пара в корпус – верхний.

Трубная система камерной конструкции с двухходовым движением питательной воды. Для организации движения пара в межтрубном пространстве и перехода греющего пара из одного хода в другой в верхней и нижней части относительно центральной горизонтальной перегородки ОП установлены вертикальные перегородки. Поверхность теплообмена набирается из U-образных трубных элементов, изготовленных из труб Дн х S=16х2 мм. Материал труб – сталь нержавеющая аустенитная. Плотность фланцевого соединения обеспечивается сваркой приварных металлических мембран.



## 4.2 Подогреватели низкого давления

Подогреватели низкого давления предназначены для регенеративного подогрева питательной воды в системах регенерации паровых турбин за счет охлаждения и конденсации пара, отбираемого из промежуточных ступеней турбоустановок.

ПНД предназначены для комплектования турбоустановок любой мощности от 50 до 1200 МВт.

Подогреватели низкого давления производства ОАО ТКЗ представляют собой вертикальные цилиндрические аппараты с верхним расположением

камеры основного конденсата и теплообменной поверхностью, образованной U-образными трубками из нержавеющей стали, закрепленными в трубных решетках с помощью вальцовки. Некоторые подогреватели имеют встроенные зоны охлаждения пара (ОП) и конденсата (ОК).

Подогреватели низкого давления изготавливаются в соответствии с правилами Ростехнадзора.

Тип подогревателя	Рабочие параметры				Площадь поверхности теплообмена, м² (допуск ±5%)			Габаритные размеры, мм		Масса подогр. без арматуры, т (допуск ±5%)
	Производительность – расход питател. воды, т/ч, без допуска	Давление питател. воды в трубн. системе, МПа	Давление пара в корпусе, МПа	Темпер. пара на входе в ПНД, °С	Зоны охлаждения конденсата	Зоны конденсации пара	Зоны охлаждения пара	Диаметр (внутрен.) корпуса	Высота подогревателя	
ПН-100-16-4-III	465	1,6	0,39	425	–	100	–	1000	3600	4,1
ПН-100-25-6-2,3,4	172,9	2,5	0,6	240						
ПН-250-16-7-II	400	1,6	0,7	400	–	250	–	1200	5580	7,6
ПН-250-16-7-IIIM										
ПН-350-16-7-I	575	1,6	0,68	400	–	326	24	1400	5827	10,5
ПН-350-16-7-II					29	321	–			10,4
ПН-350-16-7-III					–	350				10,5
ПН-325-1,96-0,686	468	1,96	0,68	275	–	324	–	1400	6150	13,6
ПН-360-1,96-0,686					45	315			6435	13,5
ПН-405-1,96-0,686					–	405			7030	14,0
ПН-400-26-7-II	610	2,6	0,7	400	–	400	–	1600	5625	14,0
ПН-400-26-8-V	686		0,8							
ПН-550-25-6-I	780	2,5	0,6	320	–	541,5	38,5	1600*D1=2000	6470	17,0
ПН-550-25-6-II					28	550	–		6730	18,1
ПН-550-25-6-III					–				580	6450
ПН-550-25-6-IV						660				–
ПН-670-2,5-0,1	681	2,5	0,1	310	–	670	–	1800	7560	22,6
ПН-580-2,5-0,7	805	2,5	0,69	310	–	576	–	1800	6970	20,8
ПН-680-2,5-0,7	822	2,5	0,69	310	–	628	50	1800	7625	23,0
ПН-600-2,5-0,6-I	880	2,5	0,6	320	–	650	–	1600	7050	17,9
ПН-600-2,5-0,6-II					50	560	–			17,8
ПН-600-2,5-0,6-III					–	590	60			17,7
ПН-850-25-6-I	1310	2,5	0,6	350	–	740	130	1800	7700	22,5
ПН-1100-25-6-I					120	840	158	2000	7950	28,5
ПН-1900-32-6-I	1940	3,1	0,6	320	–	1568	372	2600	8970	49,1
ПН-1900-32-6-II					228	1388	324			50,2
ПНСВ-2000-1	–	0,2	0,2	200	Подогреватели смешивающего типа			3200	8800	20
ПНСВ-2000-2										19,8
ПНСВ-800-2								2200	6000	8,8
ПНСВ-800-2М										

\*D1 – диаметр паровой рубашки.

## 4.3 Подогреватели сетевой воды

Подогреватели сетевой воды (ПСВ) предназначены для подогрева сетевой воды греющим паром из отбора турбины или паром котлов в системах теплоснабжения.

Подогреватель сетевой воды представляет собой вертикальный кожухотрубчатый аппарат с плавающей головкой. Основными частями подогревателя являются корпус, трубная система, верхняя и нижняя водяные камеры. Отличительной особенностью ПСВ конструкции ОАО ТКЗ является то, что камера сетевой воды выполнена без анкерных связей

с утолщенной трубной решеткой. Это решение упрощает разборку и сборку подогревателей при периодических очистках теплообменных труб от отложений. Утолщенная трубная решетка имеет большую жесткость, что исключает возможность перетечек сетевой воды между перегородками камеры и трубной решеткой.

По заявкам заказчиков могут быть разработаны и изготовлены другие типоразмеры ПСВ.

Подогреватели сетевой воды изготавливаются в соответствии с правилами органов Ростехнадзора.

## 4.4 Испарители поверхностного типа и паропреобразователи

Для систем водоподготовки серийно изготавливаются испарители с поверхностью нагрева от 120 м<sup>2</sup> до 1000 м<sup>2</sup> по ГОСТ 10731-85.

Испарители предназначены для получения дистиллята, восполняющего потери пара и конденсата в циклах паротурбинных электростанций, а также для выработки пара для общестанционных нужд и внешних потребителей.

Испаритель представляет собой сосуд вертикального типа, основными элементами которого являются корпус, греющая секция и двуступенчатые паропромывочные устройства.

Греющая секция крепится внутри корпуса и состоит из цилиндрической обечайки, двух трубных досок и завальцованных в трубные доски труб поверхности теплообмена.

Внутри корпуса над греющей секцией установлены два паропромывочных устройства, а также жалюзийный сепаратор для уменьшения влажности пара. Применение двух ступеней паропромывочных устройств и жалюзийного сепаратора позволяет получить пар высокого качества, удовлетворяющий требованиям правил технической эксплуатации тепловых электростанций.

Обозначение испарителя	Поверхность теплообмена по внутреннему диаметру, м <sup>2</sup>	Максимальное рабочее давление абсолютное, МПа		Номинальное давление абсолютное, МПа		Производительность по вторичному пару, т/ч, не более	Конструктивные размеры, мм		Масса сухая, кг, не более
		в трубной системе	в корпусе	в трубной системе	в корпусе		Высота испарителя	Диаметр корпуса	
И-120-0,6-I	120	0,59	0,59	0,20-0,40	0,12-0,25	6,0	10000	2050	16000
И-120-0,6-III				0,27-0,59	0,12-0,27	9,0-12,6			
И-120-1,6-II				0,50-1,57	0,27-0,63	9,0-18,0			
И-250-0,6-I	250	0,59	0,59	0,31-0,59	0,25-0,43	11,0	11000	2850	30000
И-250-0,6-II				0,20-0,59	0,12-0,36	12,0-18,0			
И-250-1,6-II				0,59-1,57	0,36-0,82	18,0-27,0			
И-350-0,6-I	350	0,59	0,59	0,35-0,59	0,25-0,42	18,0	11500	2850	30000
И-350-0,6-II				0,18-0,35	0,12-0,25	18,0			
И-600-0,6-I	600	0,59	0,59	0,35-0,59	0,25-0,48	18,0	13000	2850	45000
И-600-0,6-II				0,16-0,58	0,12-0,40	18,0-32,0			
И-600-1,6-II		1,57	1,57	0,58-1,57	0,40-0,98	32,0-48,0			
И-1000-0,6-I	1000	0,59	0,59	0,34-0,59	0,25-0,42	43,0-50,0	13000	3450	63000
И-1000-0,6-II				0,18-0,59	0,12-0,40	35,0-59,0			
И-1000-1,6-II		1,57	1,57	0,59-1,57	0,40-0,98	59,0-84,0			

Тип испарителя	Производительность по вторичному пару, т/ч	Максимальное рабочее давление абсолютное, МПа		Номинал. абсолютное давление, МПа		Поверхность теплообмена по внутреннему диаметру, м <sup>2</sup>	Габаритные размеры, мм		Масса сухая, т (не более)
		В трубной системе	В корпусе	В трубной системе	В корпусе		Высота испарителя	Диаметр корпуса	
Паропреобразователь	до 100	1,96	1,61	—	—	2740	13500	3406	113,222

## 4.5 Вакуумный конденсатор турбины

Вакуумный конденсатор турбины предназначен для конденсации отработавшего пара турбины и обеспечения расчетного давления пара за турбиной при номинальных условиях работы. Кроме этого, конденсатор обеспечивает прием

сбросов при нормальной работе, а также при пусках и остановках энергоблока. Конденсатор рассчитан для работы на пресной циркуляционной воде с температурой на входе от 5 до 45°C. Конденсатор является вакуумным аппаратом.

Поверхность теплопередачи, м <sup>2</sup>	Количество охлаждающих труб, шт.	Внутренний и наружный диаметр труб, мм	Длина конденсаторных труб, мм	Материал труб	Номинальный расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	Число ходов охлаждающей воды	Число потоков охлаждающей воды	Масса конденсатора без воды, т	Масса конденсатора с заполненным водяным пространством, т
3000	5470	23/25	7000	сплав МНЖ 5-1	8000	2	2	60,3	92,3

## 4.6 Теплообменники водоводяные

Водоводяные теплообменники предназначены для нагрева химически очищенной воды за счет использования тепла продувочной воды котлов тепловых электростанций и котельных.

Теплообменники могут также использоваться для нагрева воды на теплоразборных пунктах

(отопление помещений, нагрев воды в бассейнах, душевых и т. п.).

Теплообменники водоводяные изготавливаются в соответствии с ЦКТИ 10.004-2007.

Наименование параметра	Тип водоводяного теплообменника	
	Q=80-240 т/ч	Q=400 т/ч
Поверхность нагрева, м <sup>2</sup>	21	31,2
Максимальное давление, МПа:		
– греющей воды	0,7	
– нагреваемой воды	0,7	
Максимальная температура греющей воды, °С	160	
Диаметр теплообменных труб, мм	16x1	
Количество теплообменных труб	322	
Количество ходов:		
– по греющей воде	4	
– по нагреваемой воде	4	
Диаметр корпуса, мм	478	
Длина теплообменника, мм	2065	2665
Масса сухая, кг	640	784

## 4.7 Подогреватели пароводяные

Подогреватели пароводяные предназначены для нагрева химически очищенной воды за счет использования тепла греющего пара на тепловых электростанциях и котельных. Подогреватели пароводяные могут также использоваться для нагрева воды на теплоразборных пунктах

(отопление помещений, нагрев воды в бассейнах, душевых и т. п.).

Подогреватели пароводяные изготавливаются в соответствии с ЦКТИ 10.004-2007.

Наименование параметра	Тип пароводяного подогревателя			
	Q=50 т/ч	Q=100 т/ч	Q=200 т/ч	Q=400 т/ч
Поверхность нагрева, м²	8,4	15,6	31,2	68
Максимальное давление, МПа:				
– пара	0,7			
– воды	0,7			
Максимальная температура пара, °C	180			
Диаметр теплообменных труб, мм	16x1			
Количество теплообменных труб	86	330	322	584
Количество ходов:				
– по пару	2			
– по воде	2	4	2	2
Диаметр корпуса, мм	273	478	478	630
Длина подогревателя, мм	2403	1665	2705	3180
Масса сухая, кг	330	560	794	1400

## 4.8 Охладитель воды

Охладитель воды ОВ-700-1 предназначен для охлаждения воды в замкнутом контуре водяного охлаждения статора турбогенератора турбоустановок К-800-240; К-800-130/3000.

Охладитель воды изготавливается по ТУ 108.1296-88.

Тип	Производительность, т/ч	Давление пара, МПа	Габаритные размеры, мм		Масса аппарата, т
			Диаметр	Длина	
ОВ-700-1	1700	2,5	1524	7445	19,59

## 5. ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### 5.1 Фильтры

#### 5.1.1 Фильтры ионитные параллельноточные 1-й ступени

Фильтры ионитные параллельноточные первой ступени используются на водоподготовительных установках электростанций, промышленных и отопительных котельных и предназначены для обработки воды с целью удаления из нее катионов накипеобразователей ( $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ ) в процессе натрий-водород- или аммоний-натрий-катионирования, а также сульфатных, хлоридных и нитратных анионов в процессе обессоливания природных вод.

##### Комплектация фильтров ФИПаI:

- корпус и наружный трубопровод из углеродистой стали приспособлены под нанесение внутреннего защитного покрытия;
- по согласованию с заказчиком возможна поставка с внутренними защитными покрытиями корпуса и трубопровода;

- при указании в заявке возможно изготовление фильтров D 1000, 1500, 2000 мм из стали типа 12X18H10T;
- верхнее распределительное устройство (ВРУ) фильтра – полипропиленовое, горизонтальное, лучевого типа;
- вариант изготовления верхнего распределительного устройства из стали типа 12X18H10T оговаривается при заказе;
- нижнее распределительное устройство (НРУ) фильтра – копирующее, лучевого типа, со щелями 0,4 мм в приварных желобках;
- вариант поставки фильтра с НРУ со щелями 0,25 мм оговаривается в заявке;
- вариант поставки фильтра с НРУ типа «ложное дно» со щелевыми колпачками оговаривается при заказе.

##### Технические характеристики

Наименование	Q, м <sup>3</sup> /час	Н эф. фильтр. загрузки, м	V фильтр. загрузки, м <sup>3</sup>	Масса фильтра, т
ФИПаI-1,0-0,6H	20	2,0	157	1,19
ФИПаI-1,0-0,6Na	20	2,0	1,57	1,23
ФИПаI-1,5-0,6	40	2,0	3,53	1,56
ФИПаI-2,0-0,6	80	2,5	7,85	2,67
ФИПаI-2,6-0,6	130	25	13,25	4,065
ФИПаI-3,0-0,6	180	25	17,75	5,274
ФИПаI-3,4-0,6	220	25	22,75	6,48

##### Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм

Обозначение	D	d	H	H1	H5	H7	H10	L	L3	L10
ФИПаI-1,0-0,6	1000*	720	3780	3635	540	163	920	675	368	650
ФИПаI-1,5-0,6	1500	1000	3785	3585	610	185	995	905	865	870
ФИПаI-2,0-0,6	2000	1400	4630	4235	670	245	1165	1170	1100	1150
ФИПаI-2,6-0,6	2600	1600	4950	4550	770	270	1095	1520	1500	1350
ФИПаI-3,0-0,6	3000	2000	5210	4810	915	380	1065	1680	1815	1700
ФИПаI-3,4-0,6	3400	2200	5490	4970	880	290	1540	1900	1900	1900

\* Фильтры ФИПаI-1,0-0,6Na имеют один фланцевый разъем, ФИПаI-1,0-0,6H – два разъема и один лаз Ду 450.

## Условные диаметры трубопроводов, мм

Наименование	D1000	D1500	D2000	D2600	D3000	D3400
Подвод исходной воды	50	80	150	150	150	200
Отвод обработанной воды	50	80	150	150	150	200
Подвод регенерационного раствора	50	50	80	80	100	100
Подвод взрыхляющей воды	50	80	80	80	100	100
Отвод регенерационного раствора, промыв воды и первого фильтрата	50	80	80	80	100	100
Отвод взрыхляющей воды	50	80	80	80	100	100
Гидрозагрузка и гидровыгрузка ионита	80	80	100	100	100	100
Воздушник	15	15	50	50	50	50
Пробоотборники	15	15	15	15	15	15
Запасной	–	50	50	50	80	80

## 5.1.2 Фильтры ионитные параллельноточные 2-й ступени

Фильтры ионитные параллельноточные второй ступени предназначены для работы в различных схемах установок глубокого и полного химического обессоливания для второй и третьей ступени натрий-катионирования, водород-катионирования и анионирования и используются на танках электростанций, промышленных и отопительных котельных. При использовании данных фильтров в схемах глубокого обессоливания из воды удаляются практически все катионы и анионы, за исключением кремниевой кислоты, а при использовании в схемах полного химического обессоливания удаляется и кремниевая кислота.

### Фильтры ФИПал:

- корпус и наружный трубопровод из углеродистой стали приспособлены под нанесение внутреннего защитного покрытия;
- по согласованию с заказчиком возможна поставка

с внутренними защитными покрытиями корпуса и трубопровода;

- при указании в заявке возможно изготовление фильтров D 1500, 2000 мм из стали типа 12X18H10T;
- верхнее распределительное устройство (ВРУ) фильтра – полипропиленовое, горизонтальное, лучевого типа;
- вариант изготовления верхнего распределительного устройства из стали типа 12X18H10T оговаривается при заказе;
- нижнее распределительное устройство (НРУ) фильтра – копирующее, лучевого типа со щелями 0,4 мм в приварных желобках;
- вариант поставки фильтра с НРУ со щелями 0,25 мм оговаривается в заявке;
- вариант поставки фильтра с НРУ типа «ложное дно» со щелевыми колпачками оговаривается при заказе.

### Технические характеристики

Наименование	Q, м³/час	Н эф. фильт. загрузки, м	V фильт. загрузки, м³	Масса фильтра, т
ФИПал-1,0-0,6Н	40	1,5	1,2	1,25
ФИПал-1,0-0,6Na	40	1,5	1,5	1,12
ФИПал-1,5-0,6	90	1,5	2,7	1,37
ФИПал-2,0-0,6	150	1,5	4,7	2,2
ФИПал-2,6-0,6	250	1,5	7,95	3,56
ФИПал-3,0-0,6	350	1,5	10,6	4,96

### Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм

Обозначение	D	d	H	H1	H5	H7	L	L3
ФИПал-1,0-0,6	1000*	720	3110	2875	540	163	705	368
ФИПал-1,5-0,6	1500	1000	3190	2885	610	185	980	922
ФИПал-2,0-0,6	2000	1400	3430	3035	580	245	1170	1000
ФИПал-2,6-0,6	2600	1600	3845	3345	780	195	1500	1485
ФИПал-3,0-0,6	3000	2000	4180	3610	800	225	1730	1775

\* Фильтры ФИПал-1,0-0,6 имеют фланцевый разъем.



## Условные диаметры трубопроводов, мм

Наименование	D1000	D1500	D2000	D2600	D3000
Подвод исходной воды	80	125	150	200	250
Отвод обработанной воды	80	125	150	200	250
Подвод регенерационного раствора	50	80	80	80	100
Подвод взрыхляющей воды	50	80	80	80	100
Отвод регенерационного раствора, промывоч. воды и первого фильтрата	50	80	80	80	100
Отвод взрыхляющей воды	50	80	80	80	100
Гидрозагрузка и гидровыгрузка ионита	80	80	100	100	100
Запасной	–	50	50	50	80
Воздушник	15	15	50	50	50
Пробоотборники	15	15	15	15	15
Запасной	–	50	50	50	80

## 5.1.3 Фильтры осветлительные вертикальные

Осветлительные фильтры предназначены для удаления из воды взвешенных примесей разной степени дисперсности. Применяются в схемах водоподготовительных установок различного назначения. Осветление воды происходит в результате прилипания к зернам фильтрующего материала грубодисперсных примесей воды, которые задерживаются на поверхности и в порах фильтрующего материала.

### Комплектация и варианты поставок фильтров ФОВ:

- корпус и наружный трубопровод из углеродистой стали приспособлены под нанесение внутреннего защитного покрытия;
- по согласованию с заказчиком возможна поставка с внутренними защитными покрытиями корпуса и трубопровода;

- при указании в заявке возможно изготовление фильтров Ж 1000, 1500, 2000 мм из стали типа 12Х18Н10Т;
- верхнее распределительное устройство (ВРУ) фильтра – полипропиленовое, горизонтальное, лучевого типа;
- вариант изготовления верхнего распределительного устройства из стали типа 12Х18Н10Т оговаривается при заказе;
- нижнее распределительное устройство (НРУ) фильтра – копирующее, лучевого типа со щелями 0,4 мм в приварных желобках;
- вариант поставки фильтра с НРУ со щелями 0,25 мм оговаривается в заявке;
- вариант поставки фильтра с НРУ типа «ложное дно» со щелевыми колпачками оговаривается при заказе.

### Технические характеристики

Наименование	Q, м³/час	Н эф. фильтр. загрузки, м	V фильтр. загрузки, м³	Масса фильтра, т
ФОВ-1,0-0,6Н	10	1,0	0,97	1,04
ФОВ-1,5-0,6	20	1,0	1,77	1,47
ФОВ-2,0-0,6	30	1,0	4,1	2,14
ФОВ-2,6-0,6	50	1,0	7,45	3,28
ФОВ-3,0-0,6	70	1,0	11	4,44
ФОВ-3,4-0,6	90	1,0	14,7	5,44
ФОВ-2К-3,4-0,6	180	0,9х2	23,8	10,6
ФОВ-3К-3,4-0,6	270	0,9х3	33,8	14,7

### Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм

Обозначение	D	d	H	H1	H5	H7	L	L3	L10
ФОВ-1,0-0,6Н	1000*	720	2780	2575	538	163	705	230	652
ФОВ-1,5-0,6	1500	1000	2900	2590	610	185	980	865	895
ФОВ-2,0-0,6	2000	1400	3430	3035	670	245	1170	885	1150
ФОВ-2,6-0,6	2600	1600	3740	3346	800	280	1520	1420	1455
ФОВ-3,0-0,6	3000	2000	4115	3610	905	285	1755	1680	1740
ФОВ-3,4-0,6	3400	2200	4280	3770	880	290	1955	1700	1945

## Условные диаметры трубопроводов, мм

Наименование	D1000	D1500	D2000	D2600	D3000	D3400
Подвод исходной воды	50	80	80	100	100	150
Отвод обработанной воды	50	80	80	100	100	150
Подвод промывочной воды	80	125	150	150	200	200
Отвод промывочной воды	80	125	150	150	200	200
Сброс первого фильтрата	50	80	80	100	100	100
Гидрозагрузка фильтр. материала	80	80	100	100	100	100
Гидровыгрузка фильтр. материала	80	80	100	100	100	100
Подвод сжатого воздуха	50	50	50	80	80	80
Воздушник	15	15	50	50	50	50
Пробоотборники	15	15	15	15	15	15

## 5.1.4 Фильтры сорбционные угольные

Фильтры сорбционные угольные предназначены для глубокой очистки конденсата от высокодисперсного масла и остатков нефтепродуктов. Применяются в схемах конденсатоочисток ТЭЦ. Глубокодисперсное масло удаляется из конденсата в отстойниках и в процессе фильтрации его через угольные фильтры.

Глубокая очистка конденсата от глубокодисперсного масла достигается в сорбционных фильтрах, загруженных активированным углем с размером зерен 1,0–3,5 мм.

### Технические характеристики

Наименование	Q, м³/час	H эф. фильт. загрузки, м	V фильт. загрузки, м³	Масса фильтра, т
ФСУ-2,0-0,6	20	2,5	7,8	2,7
ФСУ-2,6-0,6	40	2,5	13,2	4,05
ФСУ-3,0-0,6	50	2,5	17,8	5,35
ФСУ-3,4-0,6	60	2,5	22,8	6,4

### Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм

Обозначение	D	d	H	H1	H5	H7	L	L3	L10
ФСУ-2,0-0,6	2000	1400	4510	4235	730	335	1170	965	1200
ФСУ-2,6-0,6	2600	1600	4825	4550	795	365	1480	1460	1400
ФСУ-3,0-0,6	3000	2000	5150	4810	950	415	1700	1840	1722
ФСУ-3,4-0,6	3400	2200	5350	4970	900	380	1920	1885	1920

### Условные диаметры трубопроводов, мм

Наименование	D2000	D2600	D3000	D3400
Подвод исходной воды	100	100	150	150
Отвод обработанной воды	100	100	150	150
Подвод взрыхляющей воды	80	80	100	100
Отвод взрыхляющей воды	80	80	100	150
Отвод первого фильтрата	80	80	100	100
Подвод сжатого воздуха	50	80	80	80
Гидрозагрузка и гидровыгрузка	100	100	100	100
Запасной	50	80	80	80
Воздушник	40	40	40	40
Пробоотборники	15	15	15	15

## 5.1.5 Фильтры ионитные смешанного действия

Фильтры ионитные смешанного действия с внутренней регенерацией ионитов предназначены для глубокого обессоливания и обескремнивания турбинного конденсата и добавочной воды. Фильтрация конденсата и добавочной воды осуществляется через слой перемешанных зерен Н-катионита и ОН-анионита.

Фильтры смешанного действия используются

на доподготовительных установках для обработки добавочной воды и в составе конденсатоочисток. Цикл работы ФИСДВР состоит из умягчения, взрыхления, регенерации, предварительной отмывки, перемешивания зерен фильтрующего материала и окончательной отмывки. Перед окончательной отмывкой происходит перемешивание ионитовой шихты сжатым воздухом.

### Технические характеристики

Наименование	Q, м³/час	Н эф. слоя (анион/катион), м	V (анион/катион), м³	Масса фильтра, т
ФИСДВР-1,5-0,6	70	1,74 (0,75/0,99)	2,9	2,95
ФИСДВР-2,0-0,6	160	1,95 (1,0/0,95)	5,0	3,67

### Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм

Обозначение	D	d	H	H1	H2	H3	H4	L	L1	L2	L3
ФИСДВР-1,5-0,6	1500	1000	4292	185	460	450	1234	850	1000	704	785
ФИСДВР-2,0-0,6	2000	1400	4640	240	341	455	1362	1120	1425	905	1005

### Условные диаметры трубопроводов ФИСДВР, мм

Наименование	D1500	D2000
Подвод исходной воды или конденсата	125	150
Отвод исходной воды или конденсата	125	150
Подвод воды на взрыхление и разделение ионитов	100	100
Сброс в дренаж	100	100
Сброс в дренаж	80	100
Подвод сжатого воздуха	50	50
Подвод воды для отмывки ионита	80	100
Подвод кислоты	100	100
Подвод щелочи	100	100
Гидрозагрузка и гидровыгрузка ионитов	80	100
Воздушник	50	50
Пробоотборники	15	15

Фильтры ионитные смешанного действия с наружной (выносной) регенерацией ионитов предназначены для глубокого обессоливания и обескремнивания турбинного конденсата и добавочной воды. Фильтрация конденсата и добавочной воды осуществляется через слой перемешанных зерен Н-катионита и ОН-анионита.

Фильтры смешанного действия используются на электростанциях в составе водоподготовитель-

ных установок для обработки добавочной воды и в составе конденсатоочисток.

Цикл работы ФИСДНР состоит из умягчения, гидровыгрузки шихты, регенерации в фильтр-регенератор (ФР), гидрозагрузки отрегенированной шихты, перемешивания зерен фильтрующего материала, окончательной отмывки.

### Технические характеристики

Наименование	Q, м³/час	Н эф. слоя (анион/катион), м	V (анион/катион), м³	Масса фильтра, т
ФИСДНР-2,0-1,0	300	1,2 (0,6/0,6)	3,8 (1,9/1,91)	3,65
ФИСДНР-2,6-1,0	500	1,2 (0,6/0,6)	6,4 (3,2/3,2)	5,35
ФИСДНР-3,4-1,0	900	1,2 (0,6/0,61)	11 (5,5/5,51)	9,35

### Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм

Обозначение	D	d	H	H7	H8	H10	L	L2	L3	L4
ФИСДНР-2,0-1,0	2000	1400	3780	215	215	370	1093	915	1034	868
ФИСДНР-2,6-1,0	2600	1600	4245	430	250	325	1440	1560	1230	895
ФИСДНР-3,4-1,0	3400	2200	4840	470	415	1010	1320	2225	1720	995

### Условные диаметры трубопроводов ФИСДНР, мм

Наименование	D200	D2600	D3400
Подвод исходной воды или конденсата	200	250	300
Отвод отработанной воды или конденсата	200	250	300
Подвод взрыхляющей воды	200	100	150
Сброс в дренаж	100	100	150
Сброс в дренаж	100	80	100
Подвод воды или конденсата для медленного заполнения	80	80	80
Подвод сжатого воздуха	80	50	50
Гидрозагрузка и гидровыгрузка ионитов	100	100	150
Воздушник	50	80	50
Пробоотборники	15	15	15

## 5.1.6 Фильтры-регенераторы для ФСД

Фильтры-регенераторы предназначены для регенерации ионитовой шихты фильтров ионитных смешанного действия с наружной (выносной) регенерацией ионитов.

Фильтры используются на водоподготовительных установках электростанций и конденсатоочистках мощных энергоблоков электростанций.

### Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм

Обозначение	D	d	H	H2	H10	H12	L	L1	L2	L3
ФР-1,6-0,6	1600	100	4575	3610	690	250	900	1012	960	725
ФР-2,0-0,6	2000	1400	5715	3930	840	325	1010	920	1220	700
ФР-2,6-0,6	2600	1600	6060	4095	985	320	1410	1160	1500	1000

### Условные диаметры трубопроводов ФИСДВР, мм

Наименование	D1600	D2000	D2600
Гидрозагрузка фильтрующего материала	100	100	150
Гидровыгрузка отрегенированного фильтрующего материала	100	100	150
Подвод кислоты	80	100	125
Подвод щелочи	80	100	125
Подвод конденсата	80	100	125
Сброс в дренаж	100	100	125
Сброс в дренаж	80	80	125
Сброс отработанных растворов	80	80	125
Подвод сжатого воздуха	50	50	50
Пробоотборники	15	15	15
Воздушник	50	50	50

## 5.1.7 Фильтры ионитные двухпоточно-противоточные

Фильтры ионитные двухпоточно-противоточные (ФИПр-2П) предназначены для работы в установках химического обессоливания и умягчения воды на ТЭС и АЭС в качестве катионитных и анионитных фильтров (катионирование в марках с буквой «К» в обозначении, анионирование — с буквой «А»). Конструкция ФИПр-2П позволяет использовать его как в режиме однопоточного фильтрования и двухпоточной регенерации, так и в режиме двухпоточного фильтрования и однопоточной регенерации. При любом режиме работы в нижнем слое ионита осуществляется принцип противоточного ионирования, при котором обрабатываемая вода перед выходом из фильтра соприкасается с хорошо отрегенированными слоями ионита. Благодаря этому обеспечивается высокое качество фильтрата.

Верхнее распределительное устройство выполнено по типу «стакан в стакане», состоит из двух

вставленных друг в друга перфорированных патрубков, нижний конец которых заглушен.

Нижнее распределительное устройство «копирующего типа» состоит из вертикального коллектора с заглушенным верхним концом, четырех коллекторов-отводов, вставленных в радиально расположенные отверстия вертикального коллектора и расположенных под углом к горизонтальной плоскости для максимального приближения к днищу фильтра. От каждого коллектора-отвода также под углом к горизонтальной плоскости отходят перфорированные распределительные трубы, оснащенные щелевыми желобками.

Среднее распределительное устройство размещено на вертикальном коллекторе, к которому приварены четыре горизонтальных коллектора-отвода, на которые установлены боковые перфорированные распределительные трубы, оснащенные щелевыми желобками.

### Технические характеристики

Наименование	Q, м³/час	Н эф. фильтр. загрузки, м	V фильтр. загрузки, м³	Масса фильтра без арматуры, т
ФИПр-2П-2,6-0,6К	212	25	15	5,84
ФИПр-2П-3,0-0,6К	280	25	20	7,45
ФИПр-2П-3,4-0,6К	360	25	21	9,96
ФИПр-2П-2,6-0,6А	212	15	11	5,36
ФИПр-2П-3,0-0,6А	290	15	15	6,88
ФИПр-2П-3,4-0,6А	360	15	20	9,25

### Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм

Обозначение	D	d	H	H1	H2	L5	L9	L11
ФИПр-2П-2,6-0,6К	2600	1600	6470	350	950	1150	700	600
ФИПр-2П-3,0-0,6К	3000	2000	6470	350	950	1300	000	700
ФИПр-2П-3,4-0,6К	3400	2200	6466	380	780	1650	900	780
ФИПр-2П-2,6-0,6А	2600	1600	5770	350	950	1150	700	600
ФИПр-2П-3,0-0,6А	3000	2000	5870	350	950	1300	800	700
ФИПр-2П-3,4-0,6А	3400	2200	6615	380	780	1660	900	780

## Условные диаметры трубопроводов, мм

Наименование	Ду 2600	Ду 3000	Ду 3400
Подвод исходной воды или конденсата	200	200	250
Отвод отработанной воды или реген. раствора и отмыв. воды	200	200	250
Подвод исходной воды или отвод обработанной воды	200	200	250
Подвод регенерационного раствора	100	125	125
Подвод воды для взрыхления	100	125	125
Подвод регенерац. раствора и отмывочной воды	100	125	125
Подвод отмывочной воды	100	125	125
Отвод регенерац. раствора или отмыв воды	100	125	125
Дренаж	100	125	125
Подвод взрыхляющей воды или дренаж	100	125	125
Гидрозагрузка	100	100	100
Гидровыгрузка	100	100	100
Воздушник	50	50	50
Пробоотборники	15	15	15

## 5.1.8 Фильтры ионитные противоточные

Фильтры ионитные противоточные предназначены для работы в водоподготовительных установках обессоливания и умягчения воды на электростанциях и промышленных котельных в качестве катионитных и анионитных фильтров первой и второй ступеней. Основная особенность противоточных фильтров заключается в том, что обрабатываемая

вода и регенерационный раствор пропускаются через ионитовую загрузку во взаимно противоположных направлениях, что позволяет получить фильтрат высокого качества и значительно сократить расход реагентов на регенерацию, а также сократить количество ступеней обработки воды.

### Технические характеристики

Наименование	Q, м³/час	Н эф. фильтр. загрузки, м	V фильтр. загрузки, м³	Масса фильтра без арматуры, т
ФИПр-2,0-0,6	157	2,2	7	3,69
ФИПр-2,6-0,6	265	2,1	11,2	5,95
ФИПр-3,0-0,6	350	2,2	15,8	8,5
ФИПр-3,4-0,6	450	2,2	20	10,5

### Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм

Обозначение	D	d	H	H1	H9	L2	L3	L4	L7	L10	L13
ФИПр-2,0-0,6	2000	1400	4005	270	1000	1000	320	420	1205	866	1260
ФИПр-2,6-0,6	2600	1600	5232	345	1000	1135	320	510	1434	1130	1515
ФИПр-3,0-0,6	3000	2000	6120	340	1050	1405	375	450	1660	1315	1775
ФИПр-3,4-0,6	3400	2200	6090	335	1000	1600	455	485	1386	1442	1994



## Условные диаметры трубопроводов, мм

Наименование	D 2000	D 2600	D 3000	D 3400
Подвод исходной воды	150	200	250	250
Отвод обработанной воды	150	200	250	250
Подвод промыв. воды	100/80	100/80	125/100	150/125
Отвод промывочной воды	100	100	125	150
Подвод регенерац. раствора	100/30	100/80	125/100	150/125
Дренаж	100	100	125	150
Гидрозагрузка, гидровыгрузка	100	100	100	100
Подвод взрыхляющей воды в нижнее и среднее РУ	80	ао	100	125
Дренаж	100	100	150	150
Воздушник	50	50	50	50
Пробоотборники	15	15	15	15

## 5.1.9 Фильтры электромагнитные

Электромагнитный фильтр (ЭМФ) предназначен для удаления магнитных окислов железа из турбинного конденсата энергетических блоков сверхкритического давления (СКД).

ЭМФ состоит из собственного фильтра, электромагнитной катушки, шариковой загрузки (металлические шарики) и электропитания (щиты управления).

Управление ЭМФ осуществляется устройствами автоматики и питания со щита, устанавливаемого на расстоянии не менее 5 м.

### Технические характеристики

Наименование	Q, м³/час	Высота слоя фильт. загрузки, м	V фильт. загрузки, м³	Масса фильтра, т
ЭМФ-1,1-1,0/1000	1000	13	1,43	14,3

## Условные диаметры трубопроводов, мм

Наименование	Ду
Подвод исходного конденсата	350
Отвод обработанного конденсата	350
Подвод промывочной воды	350
Отвод промывочной воды	350
Загрузка шариков	50
Выгрузка шариков	50

## 5.1.10 Фильтры-ловушки для ФСД

Фильтры-ловушки зернистых материалов предназначены для улавливания выноса фильтрующих материалов из фильтра из-за возможных дефектов

дренажной системы или измельчения фильтрующей загрузки. Используются ловушки на водоподготовительных установках и конденсатоочистках.

### Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм

Обозначение	Ду	Д1	Д3	Н	Н1	L	L1	L2	L4	L5	α, гр.	масса, кг
ФЛ-0,2-1,0	200	245	161	533	246	835	540	540	200	120	45	146
ФЛ-0,3-1,0	300	325	222	725	326	967	512	590	200	90	30	226,3
ФЛ-0,4-1,0	400	426	273	787	402	1086	520	635	220	92	30	357
ФЛ-0,45-1,0	450	478	325	892	482	1609	660	1080	250	130	36	479

## Условные диаметры трубопроводов, мм

Наименование	Ду 200	Ду 300	Ду 400	Ду 450
Подвод конденсата	150	200	250	300
Отвод конденсата	150	200	250	300
Подвод промывочной воды	150	200	250	300
Воздушник	50	50	50	50
Дренаж	50	50	50	50
Запасной штуцер	10	10	10	10
К дифманометру	10	10	10	10
Производительность, м/ч	150	270	450	900

## 5.2 Блочные водоподготовительные установки

Блочные водоподготовительные установки предназначены для осветления и умягчения воды, поступающей на подпитку котлоагрегатов стационарных

и блочных транспортабельных котельных и блочных электростанций, а также на всех объектах промышленности, где требуется умягченная вода.

### Условные диаметры трубопроводов, мм

Наименование	ВПУ-1,0	ВПУ-1,0М	ВПУ-5,0	СВП-1,0	СВП-1,5
Подвод исходной воды	25	25	50	25	25
Отвод умягченной воды	25	25	32	25	25
Дренаж напорный	32	32	80	32	32
Дренаж безнапорный	25	25	–	25	25
Дренаж безнапорный	50	50	80	50	50
Гидроvyгрузка	–	–	50	–	–
Подвод греющей воды в теплообменник	–	–	50	–	–
Отвод охлажденной воды	–	–	50	–	–
Дренаж напорный	–	–	40	–	–

### Технические характеристики

Наименование установки	ВПУ-1,0	ВПУ-1,0 М	ВПУ-5,0	СВП-1,0-УПР	СВП-1,5-УПР
Производительность, м³/час	1,0	1,0	5,0	1,0	1,5
Рабочее давление, МПа	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Рабочая температура, °С, не более	+50	+46	+40	+40	+40
Исходная вода	жесткость, мг-экв/кг, не более	5	5	10	10
	Взвешенные вещества	50	50	50	50
Осветленная вода	взвеш. в-ва, прозрачность по шрифту, см	–	40	40	40
Умягченная вода	жесткость, мг-экв/кг	до 20	до 20	до 20	до 20
ФОВ	Д фильтра, м²	–	0,48	0,82	0,48
	V фильтрующей загрузки, м³	–	0,18	0,59	0,16
ФИПаI	Д фильтра, м²	0,48	0,48	0,63	–
	V фильтрующей загрузки, м³	0,28	0,57	0,57	–
ФИПаII	Д фильтра, м²	–	–	0,63	–
	V фильтрующей загрузки, м³	–	–	0,34	–
ФИПр	Д фильтра, м²	–	–	–	0,43
	V фильтрующей загрузки, м³	–	–	–	0,27
Растворный бак (солерастворитель) Д, м	0,48	0,48	0,82	0,48	0,48
Количество NaCl на регенерацию, кг	50	90	90	21	21
Габариты установки	(д/ш/в), м	1,07/ 0,631/ 2,60	2,15/ 1,00/ 2,72	4,68/ 1,42/ 2,97	2,62/ 1,005/ 2,58
Масса установки (без фильтрующей загрузки), кг	220,4	483	2745	924	952

## 5.3 Мешалки гидравлические

Мешалки гидравлические известкового молока МГИ и кислых реагентов МГК предназначены для гидравлического приготовления растворов заданной

концентрации, используемых в системе подготовки воды котлов электростанций и котельных промышленных предприятий.

### Габаритные размеры

Наименование	H, мм	D, мм	H1, мм	H2, мм	H3, мм	D1, мм	D2, мм	L, мм	Масса, кг	Объем, м³
МГК-1	1695	1206	1650	1095	520	1316	850	758	348	1
МГК-2	1926	1608	1860	1210	560	1716	1250	958	495	2

### Габаритные размеры

Наименование	H, мм	D, мм	H1, мм	H2, мм	D1, мм	d1, мм	D2, мм	D3, мм	L1, мм	L2, мм	S1, мм	S2, мм	Масса, кг	Объем, м³
МГИ-4	2900	1608	1670	560	180	18	1716	1250	928	978	4	8	612,7	4
МГИ-8	3640	2004	1820	557	240	23	2120	1600	1130	1180	6	8	1229	8
МГИ-16	4600	2604	2300	714	240	23	2724	2100	1432	1482	8	10	2448	16

## 5.4 Баки напорные для хранения концентрированных реагентов

Баки напорные (БНХ-16, БНХ-32 и БНХ-32-П) предназначены для хранения крепкой серной кислоты и концентрированного едкого натра на складах водоподготовительных установок. Баки БНХ-16 и БНХ-32 рассчитаны на установку в закрытом помещении и эксплуатацию

при плюсовой температуре, бак БНХ-32-П комплектуется подогревателем. Расположение баков – горизонтальное. Баки изготавливаются в соответствии с правилами Ростехнадзора.

Наименование	Диаметр, м	Длина, м	Объем, м³	Давление, МПа	Разрежение, МПа	Температура, °С	Масса, кг
БНХ-16	2	5,4	16	0,6	0,08	до +30	3372
БНХ-32	2,6	6,34	32	0,6	0,08	до +30	7457
БНХ-32-П	2,6	6,34	32	0,6	0,08	до +50	7797

### Условные диаметры трубопроводов, мм

Наименование	БНХ-16	БНХ-32	БНХ-32-П
Подвод – отвод реагента	100	100	100
Подвод сжатого воздуха и вакуумной линии	100	100	100
Линия для мановакуумметра	50	50	50
Воздушник	50	50	50
Линия для уровнемера	25	25	25
Подвод воды на обогрев	–	–	40
Отвод воды	–	–	50
Сброс воздуха	–	–	40

## 6. ДЕАЭРАТОРЫ ТЕРМИЧЕСКИЕ

### 6.1 Деаэраторы

#### 6.1.1 Деаэраторы вакуумные

Деаэратор вакуумный ДВ-1,5 предназначен для удаления кислорода и свободной углекислоты из подпиточной воды отопительного и водогрейного оборудования мощностью от 1,0 до 5,0 МВт и расходом подпиточной воды до 1,5 т/час.

##### Технические характеристики ДВ

Наименование параметра	Значение
Производительность, т/час	1,5
Рабочее давление в деаэраторе (абсолютное), МПа (кгс/см <sup>2</sup> ): рабочая температура в деаэраторе, °С	0,026-0,03 (0,26-0,3) 70
Концентрация кислорода, мкг/кг, не более: на выходе из деаэратора	50
Полезная емкость деаэраторного бака, м <sup>3</sup> , не менее	0,7

#### 6.1.2 Деаэраторы атмосферного давления

Деаэраторы атмосферные состоят из деаэрационных колонок и деаэраторных баков, комплектуются предохранительными устройствами, охладителями выпара и комплектом арматуры.

Деаэратор атмосферный предназначен для удаления кислорода и свободной углекислоты из подпиточной воды паровых котлов ТЭЦ и котельных отопительных и горячего водоснабжения.

Наименование показателя	Значения для деаэраторов					
	ДА-25/8	ДА-50/15	ДА-100/25	ДА-200/50	ДА-300/75	ДА-600/100
Номинальная производительность деаэратора, т/ч	25	50	100	200	300	600 (300x2)
Давление рабочее (абсолютное), МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)
Температура деаэрированной воды, °С	104,25	104,25	104,25	104,25	104,25	104,25
Концентрация кислорода, мкг/кг, не более: – в химочищенной воде на входе в деаэратор – в деаэрированной воде на выходе	13000 20	13000 20	13000 20	13000 20	13000 20	13000 20
Нагрев воды в деаэраторе при номинальной производительности, °С	10-50	10-50	10-50	10-64	10-64	10-64
Диапазон изменения производительности деаэратора, %	30-120	30-120	30-120	30-120	30-120	30-120
Полезная вместимость деаэраторного бака (расчетная), м <sup>3</sup>	8	15	25	50	75	100
Поверхность нагрева комплектующего охладителя выпара (расчетная), м <sup>2</sup>	2	2	8	16	24	24x2

### 6.1.3 Деаэраторы повышенного давления

Деаэратор повышенного давления предназначен для удаления кислорода и свободной углекислоты из питательной воды парогенераторов тепловых станций. Деаэратор изготавливается в соответствии с требованиями СТО ЦКТИ 10.004-2007

и до пуска в работу должен быть зарегистрирован в органах Ростехнадзора или аналогичных органах страны потребителя.

Наименование показателя	Типы деаэраторов			
	ДП-225/65 ДП-225/70	ДП-500/65 ДП-500/70 ДП-500/100 ДП-500/120	ДП-1000/65 ДП-1000/70 ДП-1000/100	ДП-2000/150
Номинальная производительность, т/ч	225	500	1000	2000
Рабочее давление, избыточное, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,5 (5,0)	0,5 (5,0); 0,6 (6,0)	0,6 (6,0)	0,6 (6,0)
Рабочая температура, °С	158	158; 164	164	164
Давление при работе предохранительных устройств, избыточное, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,625 (6,25)	0,75 (7,5)	0,75 (7,5)	0,725 (7,25)
Пробное гидравлическое давление, избыточное, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,9 (9,0)	1,0 (10,0)	1,0 (10,0)	0,85 (8,5)
Максимально допустимая температура стенок сосуда, °С	166	172	172	172
Содержание растворенного кислорода в исходной воде на входе в деаэратор, мг/кг, не более	1,0	1,0	1,0	1,0
Содержание растворенного кислорода в деаэрированной воде на выходе из деаэратора, мг/кг, не более	10	10	10	10
Номинальный удельный расход пара, кг <sup>2</sup> /т	1,5	1,5	1,5	1,5
Диапазон изменения производительности, в пределах которого обеспечивается устойчивая деаэрация воды, %	30-120	30-100	30-100	30-100

### 6.2 Деаэратор для АЭС блоков 1200 МВт

Деаэратор термический повышенного давления 6400 т/ч. Деаэратор предназначен для удаления коррозионно-агрессивных газов из питательной воды и для подогрева питательной воды в номинальном, пусковом и переходных режимах работы энергоблока, а также для создания запаса воды.

Деаэратор состоит из четырех вертикальных деаэрационных колонок, установленных на деаэрационном

баке геометрической емкостью 400 м<sup>3</sup>, условным диаметром 3,8 м. Для обеспечения надежной деаэрации воды во всех режимах работы в баке деаэратора устанавливается затопленное барботажное устройство. Высотный габарит деаэратора (от опорной плиты) составляет не более 7,5 м.

### 6.3 Деаэрационные колонки атмосферного типа

В деаэрационной колонке последовательно проходят струйные и барботажные ступени, где осуществляется нагрев воды и обработка паром. Из колонки вода струями стекает в бак, после выдержки в котором отводится из деаэратора.

Наименование	КДА-50	КДА-100	ДА-200	ДА-300
Производительность, т/ч	50	100	200	300
Объем геометрический, м <sup>3</sup>	1,41	2,15	3,7	6,94
Температура рабочей среды, °С	104,2	104,2	104,2	104,2
Давление рабочее, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,02 (0,2)	0,02 (0,2)	0,02 (0,2)	0,02 (0,2)

## 6.4 Баки запаса конденсата

В деаэрационном баке происходит выделение из воды мельчайших пузырьков газов за счет отстоя. Часть пара может подаваться через штуцер в размещенную в водяном объеме бака дополнительную барботажную ступень с целью интенсификации процесса в баке. Все баки снабжены лазами для выполнения необходимых внутренних работ.

Наименование параметра	Бак V=50 м³	Бак V=75 м³
Объем полезный, м³	50	75
Объем геометрический, м³	58,5	82,5
Температура рабочей среды, °C	105	105
Давление рабочее, МПа (кгс/см²)	0,02	0,02 (0,2)
Масса, кг	9796	14159

## 6.5 Охладители выпара

Охладитель выпара поверхностного типа состоит из корпуса и размещенной в нем трубной системы. Химически очищенная вода проходит внутри трубок и направляется в деаэрационную колонку.

Наименование	ОВА-2	ОВА-8	ОВА-16	ОВП-24	ОВА-18
Объем геометрический, м³	0,065	0,09	0,16	0,35	0,25
Температура рабочей среды, °C	104 (на выходе)	104 (на выходе)	104	104 (на выходе)	104
Давление рабочее, МПа (кгс/см²)	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,12 (1,2)	0,6 (1,2)	0,12 (1,2)
Масса, кг	177,1	279,8	456	1067	645

# 7. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ АРМАТУРА

## 7.1 Регулирующая арматура со встроенным электроприводом

Клапаны регулирующие предназначены для регулирования расхода среды (воды) с температурой до 300°C.

Расход среды через клапан регулируется изменением площади проходного сечения, которое достигается путем поворота золотника относительно гильзы. Максимальный угол поворота 90°.

Управление клапаном осуществляется при помощи встроенного электрического однооборотного механизма МЭОФ-250/25-0,25-99К производства ОАО «ЗЭиМ» г. Чебоксары. Мощность 270 Вт. Присоединение к трубопроводу – при помощи сварки.

Основные детали выполнены из следующих материалов:

- корпус – сталь 25Л;
- гильза – сталь 30Х13;
- золотник – сталь 12Х18Н10Т;
- валик – сталь 40Х с хромированием;
- крышка – поковка, сталь 20.

В качестве запорных органов клапаны работать не могут.

Изготавливаются в соответствии с ТУ 108.21.272-2004.

Могут устанавливаться на горизонтальных участках трубопроводов.



Наименование	Клапан регулирующий с электроприводом Т-135бмЭ	Клапан регулирующий с электроприводом Т-136бмЭ	Клапан регулирующий с электроприводом Т-137бмЭ	Клапан регулирующий с электроприводом Т-141бмЭ
Диаметр условного прохода, мм	100	150	250	200
Давление условное, МПа	10	10	10	10
Температура, °С	300	300	300	300
Среда	конденсат	конденсат	конденсат	конденсат
Площадь сечения, см <sup>2</sup>	min=10, max=36	min=15, max=57	min=40, max=140	min=45, max=90
Крутящий момент, мкр.Н*м	150	150	200	200
Пропускная способность, т/ч	min=31, max=108	min=46, max=172	min=121, max=424	min=136, max=272
Масса, кг	146	165	285	235

Наименование	Клапан регулирующий с электроприводом Т-336Э	Клапан регулирующий с электроприводом Т-346Э	Клапан регулирующий с электроприводом Т-356Э	Клапан регулирующий с электроприводом Т-366Э
Диаметр условного прохода, мм	50	80	100	150
Давление условное, МПа	10	10	10	6,4
Температура, °С	300	300	300	300
Среда	конденсат	конденсат	конденсат	конденсат
Площадь сечения, см <sup>2</sup>	3,52	9,8	28,4	45,2
Крутящий момент, мкр.Н*м	100	100	150	150
Пропускная способность, т/ч	10,64	29,64	85,9	136,7
Масса, кг	57	64	128	136

## 7.2 Арматура запорная

### 7.2.1 Вентиль трехходовой

Вентили трехходовые Т-203, Т-203нж предназначены для присоединения рабочих и контрольных манометров. Вентили выполнены с рукояткой для ручного управления и имеют специальный штуцер для присоединения манометра.

Запорный орган вентиля состоит из конусной уплотнительной поверхности на корпусе и конусной поверхности на шпинделе.

Корпус и шпиндель вентиля Т-203 выполнены из высокохромистой стали. Основные детали вентиля Т-203нж выполнены из коррозионностойкой стали аустенитного класса. В качестве материала для уплотнения шпинделя применяются кольца уплотнительные на основе терморасширенного графита.

Шифр	Проход условный, Ду, мм	Давление условное, Ру, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Температура среды, К (°С)	Рабочая среда	Момент крутящий Н*м (кгс*м)	Размеры, мм						Масса, кг, допуск ±10%
						L	L1	H	D1	D	D2	
Т-203	40	Рраб = 14 (140)	838 (565)	перегретый пар	9,2 (0,92)	192	75	78	М20г x 1,5	М20г x 1,5	30	1,61
Т-203нж	40	10 (100)	713 (440)	перегретый пар	9,2 (0,92)							

## 7.2.2 Вентили воздушные

Вентиль воздушный предназначен при растопке котла для удаления среды из барабанов, коллекторов и трубопроводов. Устанавливается на верхних точках указанного оборудования с направлением потока среды под золотник.

Способ управления — вручную при помощи маховика.

К трубопроводу присоединяется посредством сварки.

Герметичность полости вентиля достигается за счет приварки корпуса вентиля с одной стороны к штуцеру на объекте, а с другой стороны — тарелкой. Закрытие вентиля воздушного осуществляется вращением маховика по часовой стрелке.

### Состав изделия, устройство и принцип работы

Вентиль воздушный содержит следующие основные детали:

- корпус, на котором обеспечивается сборка всех деталей вентиля;
- шпindel, на котором укреплен тарелка, проворачивающаяся вокруг своей оси;
- тарелку, являющуюся запорным органом;
- грундбуксу, предназначенную для уплотнения сальниковой набивки по шпинделю;
- крышку, обеспечивающую направление и способ движения шпинделя;
- маховик, предназначенный для ручного управления.

Шифр	Проход условный, Ду, мм	Рабочее давление, Рр, МПа (кгс/см²)	Максимальная температура, Тр, °С (К)	Рабочая среда	Момент крутящий, Н*м (кгс*м)	Размеры, мм					Масса, кг, допуск ±10%
						L	L1	H	D1	D	
T-2026м	10	14 (140)	833 (560)	перегретый пар	9,2 (0,92)	79	55	193	120	16	2,18

## 7.2.3 Вентили запорные

Вентили запорные предназначены для перекрытия потока среды (пар или вода) в трубопроводе за счет посадки тарелки на седло корпуса.

Тарелка, закрепленная на шпинделе, совершает поступательное движение сверху вниз за счет преобразования вращательного движения гайки шпинделя в поступательное шпинделя.

Вращательное движение гайке шпинделя сообщает маховик или редуктор. Для соединения редуктора с исполнительным механизмом

служит муфта шарнирная. Присоединение вентиля осуществляется путем сварки патрубков корпуса в трубопровод. На фланце корпуса через паранитовую прокладку на шпильках устанавливается крышка, создавая герметичный объем. Вентили устанавливаются с направлением потока среды на тарелку. Вентили могут устанавливаться как на горизонтальных, так и на вертикальных участках трубопроводов.

Шифр	Проход условный, Ду, мм	Давление условное, Ру, МПа (кгс/см²)	Темпе- ратура среды, К (°С)	Рабочая среда	Момент крутящий на шпин- деле, мкр. Н*м (кгс*м)	Размеры, мм										Диаметр прохода, d0, мм	Масса, кг, допуск ±10%
						L	H1	H2	H	h	D0	D1	D	d	L1		
T-1076	50	10 (100)	723 (450)	пар, вода	60 (6)	340	58	347	405	–	240	50	60	–	–	48	29,00
T-1086								375	433	16,6	200	50	60	–	–		39,00
T-1096	100	10 (100)	723 (450)	пар, вода	170 (17)	540	122	710	832	63	450	93	112	–	–	112	113,76
T-1106								825	947		350			30	270		153,7
T-1116								640	942	30		425	146,53				

## 7.2.4 Задвижки

Задвижки предназначены для перекрытия потока среды (воды или пара) в трубопроводе. Задвижки устанавливаются на горизонтальных либо вертикальных участках трубопроводов. Положение шпинделя при этом для задвижек с маховиком – любое, для задвижек, оснащенных редуктором с цилиндрическим зацеплением, установка допускается на горизонтальных участках шпинделем вверх в пределах верхней полуокружности. Задвижки, оснащенные редуктором с коническим зацеплением, устанавливаются на горизонтальных участках трубопроводов в положении шпинделя в пределах полуокружности и на вертикальных участках трубопроводов – шпинделем горизонтально.

Перекрытие потока среды достигается за счет посадки тарелок на седло корпуса задвижек. Тарелки, закрепленные на вилке, совершают поступательное движение сверху вниз за счет преобразования вращательного движения гайки шпинделя в поступательное шпинделя. Вращательное движение гайке шпинделя сообщает маховик, либо редуктор (кз, цз). Соединяется редуктор с исполнительным механизмом муфтой шарнирной. Герметичность полости задвижки достигается за счет приварки корпуса задвижки к трубопроводу и установки на корпусе задвижки крышки. Подача среды в полость осуществляется с любой стороны.

Шифр	Проход условный, Ду, мм	Давление условное, Ру, МПа (кгс/см²)	Температура среды, max К (°C)	Рабочая среда	Момент крутящий на шпинделе, мкр. Н*м (кгс*м)	Кэф-фициент гидрав-лического сопротив-ления	Размеры, мм										Масса, кг, допуск ±10%
							L	D	D1	H	H1	H2	D0	h	dc	lc	
T-1156с	150	10 (100)	723 (450)	пар, вода	130 (13)	0,5	450	165	142	934	145	790	640	135	122	110	230,65
T-1166с										1050		905	360				242,5
T-1176с										1040		895					235

## 7.2.5 Клапаны обратные горизонтальные подъемные

Клапаны обратные подъемные Ду50, Ду100 предназначены для предотвращения изменения потока рабочей среды в трубопроводах, транспортирующих пар или воду условным давлением 6,4 МПа. Устанавливают клапаны только на горизонтальных участках трубопроводов крышкой вверх с направлением среды под тарелку, в местах, удобных для обслуживания. Соединение с трубопроводом – при помощи сварки.

### Состав устройства и принцип работы

Клапан обратный содержит следующие узлы и детали:

- корпус для прохода рабочей среды;
- тарелку для перекрытия потока среды;
- крышку, обеспечивающую герметичное закрытие внутренней полости клапана;

- шпилька и гайка составляют резьбовую пару, предназначенную для соединения крышки с корпусом через паранитовую прокладку.
- Клапаны обратные типа «Захлопка» Ду150, Ду200 предназначены для предотвращения изменения направления потока рабочей среды в трубопроводах, транспортирующих пар или воду условным давлением 10 МПа. Клапаны устанавливаются на горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов в местах, удобных для обслуживания. На горизонтальных участках установка производится крышкой вверх, на вертикальных – с направлением рабочей среды снизу вверх, под тарелку. Присоединение клапана к трубопроводу – с помощью сварки.

Шифр	Проход условный, Ду, мм	Давление условное, Ру, МПа (кгс/см²)	Температура среды, max К (°С)	Рабочая среда	Коэффициент гидравлического сопротивления	Размеры, мм							Диаметр прохода d0, мм	Масса, кг, допуск ±10%
						L	H1	H2	H	D	D1	D2		
T-186-1	50	6,4 (64)	523 (250)	вода	5,9	340	58	200	258	15	50	60	45	22,7
T-1186	100	10 (100)	573 (300)	пар, вода	6,85	540	122	303	425	25	93	112	85	81,25
T-1226с	150				1,5	550	130	390	520	142	165	280	120	122
T-1236С	200					550	145	420	605	195	225	340	160	176

## 7.3 Арматура предохранительная

### 7.3.1 Клапаны предохранительные

Клапаны предохранительные Ду50 – Ру 6,4, Ру 10,0, Ду80 – Ру 6,4, Ру 10,0 (шифры основные соответственно Т-31, Т-131, Т-32, Т-132) служат для автоматического выпуска избытка среды в атмосферу при превышении заданного давления. Безопасность защищаемого оборудования обеспечивается путем автоматического открывания клапанов и сброса избытка пара в атмосферу. Закрывается клапан

при понижении давления в сосуде до определенной величины, несколько меньшей величины рабочего давления, когда усилие пружины становится больше усилия от действия давления пара на тарелку. Клапаны углового типа, устанавливаются на трубопроводах с подводом пара снизу (под тарелку) штоком вверх. Крепление к трубопроводам – фланцевое.

Шифр	Входной фланец		Рабочая среда	Предельные параметры усл. работы		Расчетный диаметр, мм	Площадь сечения, мм²	Масса, кг, допуск ±10%
	Условный диаметр, мм	Условное давление, МПа (кгс/см²)		Рабочее давление, МПа (кгс/см²)	Температура среды, °С			
T-31MC-1	50	64	пар	3,5-4,5 (35-45)	425-350	48	1808,6	47,88
T-31MC-2				1,8-2,8 (18-28)	до 425			46,58
T-31MC-3				0,8-15 (8-15)				44,23
T-32MC-1	80	64		3,5-4,5 (35-45)	425-350	62	3017,5	76,33
T-32MC-2				1,8-2,8 (18-28)	425			72,33
T-32MC-3				0,8-15 (8-15)				71,16
T-131MC	50	100		3,5-4,5 (35-45)	450	48	1808,6	47,97
T-132MC	80					62	3017,5	76,3

Наименование	Шифр	D, мм	D1, мм	D2, мм	D3, мм	D5, мм	h1, мм	h2, мм
Клапан предохранительный с демпфером Ду50, Ру 6,4 МПа	Т-31МС	215	180	135	175	48	130	550
Клапан предохранительный с демпфером Ду50, Ру 10,0 МПа	Т-131МС			145	195		140	
Клапан предохранительный с демпфером Ду80, Ру 6,4 МПа	Т-32МС	280	240	170	210	80	160	580
Клапан предохранительный с демпфером Ду80, Ру 10,0 МПа	Т-132МС			180	230			

## 7.4 Арматура регулирующая ТЭС

### 7.4.1 Регуляторы питания-перелива

Регуляторы питания-перелива РП-80 (Т-23) и РП-100 (Т-24) предназначены для автоматического регулирования уровня воды в баках с давлением Ру 2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>) и температурой среды до 496 К.

Данные регуляторы представляют собой регуляторы прямого действия. Они могут работать на перепаде давления от 0,5 до 7 кгс/см<sup>2</sup>.

Регуляторы состоят из следующих основных узлов и деталей:

- корпус, установленный на крышке поплавковой камеры, выполненный литьем под варку в трубопровод по СТО ЦКТИ 10.003;
- седло, запрессованное в корпус, выполнено из коррозионностойкой стали;
- золотник, выполненный из коррозионностойкой стали, воспринимает усилие через рычаги и поплавков, расположенный в поплавковой камере;
- поплачковая камера, соединенная с водяным и паровым пространством бака и имеющая уровень воды и давление в ней такие же, как в баке.

Регуляторы могут работать как на питание, так и на перелив, отличаясь только схемой установки.

#### Работа в качестве регулятора питания:

при повышении или понижении уровня воды в поплавковой камере поплавков соответственно поднимается или опускается, в результате чего золотник, поднимаясь или опускаясь, уменьшает или увеличивает проходное сечение, вследствие чего количество воды, поступающее в сосуд, уменьшается или увеличивается.

#### Работа в качестве регулятора перелива:

при повышении уровня воды в камере поплавков и золотник поднимаются, увеличивая проходное сечение для перелива воды из сосуда; при понижении воды в камере поплавков и золотник опускаются, уменьшая проходное сечение для перелива воды из сосуда.

Шифр	Наименование изделия	Диаметр условного прохода, мм	Давление условное, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Температура среды, max К (°С)	Площадь проходного сечения, см <sup>2</sup>	Среда	Размеры, мм				Масса, кг, допуск ±10%
							D2	H	K2	h1	
Т-23	РП-80	80	2,5 (25)	496 (223)	24	вода	82	834	18	150	102,4
Т-24	РП-100	100	2,5 (25)	496 (223)	24	вода	99	864	19	160	104,3

#### Схема установки регулятора питания

	РП-80	РП-100
Н	20	10

#### Схема установки регулятора перелива

	РП-80	РП-100
Н	10	20

### 7.4.2 Клапаны регулирующие ПВД

Клапаны регулирующие Ду100, 150, 200, 250 и 300 (шифры соответственно Т-135бм, Т-136бм, Т-141бм, Т-137бм и Т-138бм) предназначены для регулирования расхода и поддержания уровня конденсата с температурой до 300°С и рабочим давлением до 10 МПа в подогревателях высокого (ПВД) и низкого (ПНД) давлений. Шифры изделия, имеющие одну и ту же основу (например, Т-135бм), соответствуют одному и тому же изделию, изготовленному для разных климатических исполнений (Т-135бмУЗ, Т-135бмТЗ).

Основные узлы и детали клапана:

- корпус, выполненный литьем с разделкой под варку в трубопровод по СТО ЦКТИ 10.003;
- вал, связывающий регулирующий орган клапана с приводом;
- золотник, выполненный из двух соединенных между собой секторов;
- гильза, имеющая на боковой поверхности отверстия (окна) и запрессованная в корпус.

Клапан работает следующим образом: рабочая среда поступает через входной патрубок в корпус клапана. При вращении золотника внутри гильзы изменяется проходное сечение окон гильзы. Поворот золотника осуществляется при помощи рычага, соединенного с приводом типа МЭО. Максимальный угол поворота золотника – 90°. Поток среды, пройдя через регулируемое проходное сечение гильзы, поступает в выходной патрубок клапана, а затем в трубопровод.

Каждый типоразмер клапана имеет 4, а Т-137бм – 5 исполнений по проходному сечению, что обеспечивает возможность выбора клапанов одного Ду для различных расходов и рабочих параметров.

Данный вид арматуры может поставляться со встроенным приводом МЭОФ.

Наименование	Шифр	Диаметр услов- ный, Ду, мм	Давление условное, Ру, МПа (кгс/см²)	Температура среды, max К (°С)	Рабочая среда	Момент кру- тящий на валу, Н*м, не более	Макс. допустим. перепад, ДР, МПа, не более	Проходное сечение, см²	Пропускная способность, Кв, т/ч	Размеры, мм						Масса, кг, допуск ±10%
										Dk	L	H	H1	B	b	
Клапан регули- рующий Ду100	T-1356м	100	10	300	кон- денсат	150	2,5	10; 19,2; 29,2; 36	31 108	93	400	290	233	311	158	115
Клапан регули- рующий Ду150	T-1366м	150						15; 26; 42; 57	46 72	142	500	296	238	321	163	134
Клапан регули- рующий Ду200	T-1416м	200				200		45; 55; 65; 90	136 172	195	600	388	270	405	205	203
Клапан регули- рующий Ду250	T-1376м	250						40; 70; 90; 115; 140	121 424	244		410	305	445	225	257
Клапан регули- рующий Ду300	T-1386М	300				500		120; 160; 200; 250	362 756	290		430	318	480	240	291

### 7.4.3 Клапаны регулирующие питательные

Клапаны регулирующие Ду50, Ду80, Ду100 и Ду150 (шифры соответственно Т-336, Т-346, Т-356 и Т-366) предназначены для регулирования расхода рабочей среды (воды) с температурой до 300°C. Шифры изделия, имеющие одну основу (например, Т-336), соответствуют одному и тому же изделию, изготовленному для разных климатических исполнений (Т-336УЗ, Т-336ТЗ).

#### Состав изделия, устройство и принцип работы

Клапан регулирующий содержит следующие основные детали:

- корпус, выполненный литьем с разделкой под сварку в трубопровод по СТО ЦКТИ 10.003;
- вал, связывающий регулирующий орган клапана с приводом;
- золотник, выполненный из двух соединенных между собой секторов;
- гильза, имеющая на боковой поверхности отверстия (окна) и запрессованная в корпус.

Клапан работает следующим образом: рабочая среда поступает через входной патрубок в корпус клапана. При вращении золотника внутри гильзы изменяется проходное сечение окон гильзы. Поворот золотника осуществляется при помощи рычага, соединенного с приводом типа МЭО. Максимальный угол поворота золотника – 90°. Поток среды, пройдя через регулируемое проходное сечение гильзы, поступает в выходной патрубок клапана, а затем в трубопровод.

Данный вид арматуры может поставляться со встроенным приводом МЭОФ.

Наименование	Шифр	Диаметр услов- ный, Ду, мм	Давление условное, Ру, МПа (кгс/см²)	Температура среды, max К (°C)	Допустим. крутя- щий момент на валу, мкр. Н*м	Макс. допустим. перепад DR, МПа не более	Угол поворота рычага, град.	Площадь проходного сечения, см²	Размеры, мм								Масса, кг, допуск ±10%
									Dk	D2	L	I	H	h	B	b	
Клапан регули- рующий Ду50	T-336	50	10	300	100	1	90	3,52	50	180	225	90	261	82	110	60	25
Клапан регули- рующий Ду80	T-346	80						9,8	77		320	130	282	112	122	66	32
Клапан регули- рующий Ду100	T-356	100			150	1,5		28,04	93	310	350		388	136	184	96	98,6
Клапан регули- рующий Ду150	T-366	150						45,2	147		450	180	393	153	204	106	106,2



## 7.4.4 Клапаны регулирующие ПНСВ

Клапаны регулирующие предназначены для обеспечения нормальной работы смешивающих подогревателей низкого давления и обеспечения заданного подпора конденсата на всосе откачивающих конденсатных насосов.

Рабочая среда – конденсат с температурой не более 125°C и давлением среды до клапана не более 2,5 МПа. Рабочее давление – 1,6 МПа.

Расход среды через клапан регулируется изменением площади проходного сечения, которое достигается путем поворота золотника относительно гильзы. Максимальный угол поворота золотника – 90°. Присоединение к трубопроводу – при помощи сварки.

Основные детали выполнены из следующих материалов:

- корпус сварной (углеродистая сталь);
- крышка сварная (сталь 09Г2С);
- золотник сварной (сталь 12Х18Н10Т);
- гильза – поковка (сталь 20Х13);
- шток – сталь 30ХМА.

Клапаны изготавливаются в соответствии с ТУ 24.03.1591-2004.

В качестве запорных органов работать не могут. Нерегулируемый пропуск среды при закрытом клапане = 4%. Вращение штока клапана осуществляется через шарнирную муфту для клапанов Т-55б, Т-56б, Т-57б.

Характеристики		Клапан регулирующий Т-55бм (Ду250)	Клапан регулирующий Т-56бм (Ду300)	Клапан регулирующий Т-57бм (Ду500)	Клапан регулирующий Т-58б (Ду700)
Диаметр условного прохода, мм		250	300	500	700
Давление условное, МПа		2,5	2,5	2,5	2,5
Температура, °С		125	125	125	125
Размеры, мм	Длина	985	780	984	1095
	Высота	473	563	823	1130
Масса, кг		178	165	493	1247,1

## 7.4.5 Клапаны дроссельные

Клапан дроссельный (Т-20б) применяется в качестве дроссельных регуляторов пара и устанавливается на трубопроводах продувки котлов.

Основные узлы и детали клапана дроссельного:

- корпус, выполненный из стального литья с патрубками под варку в трубопровод по СТО ЦКТИ 10.003;
- крышка, имеющая фланцевое соединение с корпусом;
- седло, установленное в корпусе, выполнено из коррозионностойкой стали;
- профилированный золотник (тарелка), входящий в седло, выполнен из коррозионностойкой стали;
- шток, соединяющий золотник с рычагом, на котором помещен груз.

Клапан дроссельный работает следующим образом: под действием среды тарелка приподнимается, образуя кольцевую щель, которая меняется под действием среды и груза.

При передвижении груза по рычагу устанавливается необходимое дросселирование (глубокое дросселирование – более длинное плечо, на меньшее дросселирование – короткое плечо), нужное положение фиксируется стопорными винтами.

Проход условный, Ду, мм	Условное давление, Ру, МПа	Давление среды, МПа		Температура среды, °С	Площадь прох. сечения при ходе золотника 30 мм, см²	Коэффициент расхода	Масса, кг
		перед клапаном	за клапаном				
50	6,4	3,5-4,5	1,5-1,7	250	7,05	0,65	52,3

## 7.4.6 Поплавковые регуляторы уровня

Поплавковые регуляторы уровня Ду50 (Т-39) и Ду80 (Т-40) являются регуляторами прямого действия и предназначены для регулирования воды с температурой до 170°C и рабочим давлением до 0,7 МПа в заданных пределах в сепараторах и расширителях котельных установок ТЭС.

Основные детали выполнены из следующих материалов:

- корпус – серый чугун СЧ15;
- гильза – сталь 20 с наплавкой рабочей поверхности из бронзы;
- золотник – серый чугун СЧ15;
- ось золотника – сталь 35.

Регуляторы уровня работают следующим образом: изменение уровня воды в сосуде вызывает перемещение поплавка вверх или вниз. При этом связанный с ним золотник получает вращательное движение внутри гильзы и изменяет площадь проходного сечения окон гильзы и расход воды через клапан.

Для слива воды из сосуда при выключенном регуляторе на оси золотника предусмотрен рычаг, позволяющий вручную установить золотник в положение, соответствующее полному открытию клапана.

Изготовление – в соответствии с ТУ 108.21.272-2004.

Шифр	Ду, мм	Ру, МПа	Площадь прох. сечения, F, см <sup>2</sup>	Условн. пропуск. способ., Kv, т/час	Размеры, мм									Масса, кг
					D	D1	D2	B	f	H	L	L1	L2	
Т-39	50	1,0	23	69,5	160	125	102	20	3	1,80	655	313	132	22,8
Т-39УЗ														
Т-39ТЗ														
Т-40	80	1,0	36	108,86	195	195	138	24	3	1,80	700	360	150	34,5
Т-40УЗ														
Т-40ТЗ														

Примечание:

Т-39, Т-40 – общепромышленное исполнение

Т-39УЗ, Т-40УЗ – на экспорт для умеренного климата

Т-39ТЗ, Т-40ТЗ – на экспорт для тропического климата

Шифр	Проход условный, Ду, мм	Давление условное, Ру, МПа	Температура среды, °С	Размеры, мм		Коэффициент расхода	Масса, кг
				длина	диаметр		
Т-5	400	0,25	120	200	535	0,65	107,5
Т-6	600	0,25	120	200	755	0,65	225,1

## 7.4.7 Заслонки поворотные

Материал основных деталей:

- корпус: СЧ-15 ГОСТ1412-85;
- шибер: СЧ-15 ГОСТ1412-85;
- валик: сталь 40Х ГОСТ4543-71 с хромированием.

## 7.5 Арматура защиты ПВД

### 7.5.1 Клапаны впускные

Клапан впускной является элементом автоматического защитного устройства подогревателей высокого давления (ПВД), предназначенного для защиты турбины от попадания в нее воды в случае разрыва труб и предохранения от повреждения корпуса ПВД путем отключения подогревателей высокого давления и байпасирования питательной воды, минуя ПВД.

Клапан устанавливается на трубопроводе питательной воды со стороны входа в ПВД в местах, удобных для обслуживания.

Основные узлы и детали впускного клапана: корпус с верхним и нижним седлами, узел соединения корпуса с крышкой, тарелка с двумя уплотнительными поверхностями и гидропривод, соединенный штоком с тарелкой.

Корпус представляет собой штампосварную конструкцию из кованных или штампованных деталей с приваренными входными и двумя симметрично расположенными перепускными патрубками. Нижнее седло выполняется путем наплавки на корпус

износостойкого сплава, а верхнее – съемным, которое крепится к корпусу и уплотняется по типу узла соединения корпуса с крышкой. Уплотнительные поверхности деталей затвора – плоские. Перемещение тарелки в корпусе без перекосов обеспечивается тремя направляющими ребрами, приваренными к корпусу под углом 120° относительно друг друга.

Узел соединения корпуса с крышкой – самоуплотняющийся, бесфланцевый. Уплотнением соединения служат кольца из терморасширенного графита.

В нормальном режиме работы клапана тарелка расположена вверх, перекрывая вход воды в перепускные трубки. При срабатывании клапана гидропривод опускает тарелку вниз до посадки ее на нижнее седло. Это приводит к прекращению подачи воды в ПВД и открытию верхнего прохода клапана, что обеспечивает изменение направления потока и подачу воды через перепускные патрубки в питательный трубопровод, минуя ПВД.

Шифр клапана	Проход услов- ный, мм	Давление условное, МПа	Температу- ра среды, max K (°C)	Пропускная способность по питательной воде, т/час	Размеры, мм					
					D	D1	d	d1	L	H
T-3616см	200	20	170	360	245	209	245	209	536	1515
T-3626см	225	25	180	350	273	226	273	226	532	
T-3656см	250			425	325	271		325	271	
T-3676см	275	32	160	700						
T-3696см	400	25	170	1670	465	398	465	398	560	2355
T-4726с	300	40		874	377	281	377	281	600	2000
T-4746с	350			1200	465	349	465	349		2420
T-4676см	250			160	475	325	245	273	203	520
T-4826с	400		170	1706	530	406	530	406	640	2040

## 7.6 Арматура контрольно-измерительная прямого действия

### 7.6.1 Указатели уровня

Указатели уровня Т-296м, Т-746м, Т-2286, Т-2296, Т-45-1, Т-45-2 являются указателями прямого действия и предназначены для наблюдения за уровнем воды в барабане котлоагрегатов или сосуда. На каждом котлоагрегате предусмотрено не менее двух водоуказательных приборов.

В зависимости от высоты наблюдаемого столба среды в сосудах (барабанах) корпус прибора изготавливается (Т-45-1, Т-45-2) с одной рамкой, (Т-296м) с двумя рамками или тремя рамками (Т-746м, Т-2286, Т-2296).

Водоуказательный прибор устанавливается вертикально, продувочным вентилем вниз с присоединительными патрубками определенного диаметра,

выполненными под сварку без промежуточных фланцев и запорной аппаратуры. На приборах определяются отметки низшего и высшего уровня воды в сосудах. Приборы изготавливаются по ТУ 108.21.275-2005.

Указательные приборы Т-296м, Т-746м, Т-2286, Т-2296 комплектуются осветительным устройством, которое ставится для просвечивания рабочей среды в корпусе колонки, и защитным устройством, которое служит для предохранения персонала от ожогов.

Шифр	Условный диаметр, Ду	Давление рабочее, Рр, МПа	Температура рабочая, °С	Видимое поле наблюдаемого уровня, Н, мм	Среда	Строительная длина, L, мм	Масса, кг
Т-296м	20	Рy=6,4	270	320	пар, вода	600	60
Т-746м		Рy=10,0	285	550		950	87
Т-2286		15,5	345	400		670	71
Т-2296		16,5	350				84
Т-45-1	10	Рy=2,5	225	202		400	12
Т-45-2		Рy=2,5		232		440	13

№ поз.	Наименование основных сборочных единиц и деталей
1	Верхняя вентильная головка
2	Нижняя вентильная головка
3	Нижняя вентильная головка

### 7.6.2 Указатели уровня сниженные гидравлические

Наименование	Указатель уровня сниженный гидравлический Т-306	Указатель уровня сниженный гидравлический Т-2306
Диаметр условного прохода, мм	20	20
Давление условное, МПа	Р <sub>у</sub> =6,3	Р <sub>р</sub> =15,5
Температура, °С	60	60
Среда	конденсат – тяжелая жидкость	конденсат – тяжелая жидкость
Видимое поле наблюдаемого уровня, мм	310	310
Длина, мм	324	320
Высота, мм	600	600
Масса, кг	58,9	63,2

Указатели уровня типа Т-306 и Т-2306 являются сниженными и предназначены для наблюдения за уровнем воды в барабане с места расположения пульта управления котлом или сосудом, т. е. дистанционно.

## 7.7 Запорная арматура со встроенным электроприводом

### 7.7.1 Задвижка пароводяная

Задвижки предназначены для перекрытия потока среды (воды или пара) в трубопроводе. Задвижки устанавливаются на горизонтальных либо вертикальных участках трубопроводов. Положение шпинделя при этом для задвижек с маховиком – любое, для задвижек, оснащенных редуктором с цилиндрическим зацеплением, установка допускается на горизонтальных участках шпинделем вверх в пределах верхней полуокружности. Задвижки, оснащенные редуктором с коническим зацеплением, устанавливаются на горизонтальных участках трубопроводов в положении шпинделя в пределах полуокружности и на вертикальных участках трубопроводов шпинделем горизонтально.

Перекрытие потока среды достигается за счет посадки тарелок на седло корпуса задвижек. Тарелки, закрепленные на вилке, совершают поступательное движение сверху вниз за счет преобразования вращательного движения гайки шпинделя в поступательное шпинделя. Вращательное движение гайке шпинделя сообщает маховик, либо редуктор (кз, цз). Соединяется редуктор с исполнительным механизмом муфтой шарнирной. Герметичность полости задвижки достигается за счет приварки корпуса задвижки к трубопроводу и установки на корпусе задвижки крышки. Подача среды в полость осуществляется с любой стороны.

Шифр клапана	Проход условный, мм	Давление условное, Ру, МПа (кгс/см²)	Температура среды, max К (°C)	Среда	Момент крутящий на шпинделе, Н*м (кгс*м)	Коэффициент гидравлического сопротивления	Размеры, мм										Масса, кг, допуск ±10%
							L	D	D1	D2	H1	H2	h	dc	lc		
T-115бсЭП	150	10 (100)	723 (450)	пар, вода	130 (13)	0,5	450	165	142	1233	160	750	135	122	110	240	

## 7.8 Уравнительные сосуды

Сосуд уравнительный двухкамерный (СУД) с частично обогреваемой камерой постоянного уровня. Принцип его действия основан на сравнении уровня воды в камере переменного уровня, практически совпадающего с уровнем воды в барабане, с высотой столба воды в камере постоянного уровня. Сосуды уравнительные двухкамерные работают совместно с комплектом измерительных приборов (дифференциальный манометр, вторичный прибор).

Наименование	Сосуд уравнительный
Давление условное, МПа	16,5
Температура, °С	348
Длина, мм	1290
Диаметр, мм	133
Масса, кг	65

## 8. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЭК

### 8.1 Блочные автоматизированные парогенераторные установки

Блочные автоматизированные парогенераторные установки предназначены для выработки влажного пара, используемого для паротеплового воздействия на продуктивные пласты, залегающие на глубине до 600 м, с целью повышения коэффициента

извлечения и интенсификации добычи нефти. Оборудование установки выполнено в климатическом исполнении УХЛ и ХЛ, категории размещения – 4 по ГОСТ 15150-69.

#### Технические характеристики

Наименование показателя	Производительность номинальная, т/ч, не менее	Теплопроизводительность номинальная, МВт, не менее	Параметры пара номинальные			Температура питательной воды, °С	Вид топлива	Температура уходящих газов	КПД brutto, %	Удельный расход топлива, нм³/кг ч¹	Потребляемая мощность, кВт	Отгрузочная масса установки	Нижний предел регулирования по отношению к номинальной производительности, %	Нижний предел регулирования по отношению к номинальному давлению, %
			Давление, МПа (кгс/см²)	Температура, °С	Степень сухости, %									
УПГ-50/6М	50	33,7	6 (60)	274	80	145	природный газ	258	87,6	60,5	660	220	50	50
УПГ-60/16М	60	39,5	16 (160)	345				294	86	61,1	990	220		

#### Состав изделия

В состав установки входят: оборудование химводоподготовки и термической дегазации, обеспечивающее использование установкой предварительно осветленной воды; питательный электронасосный агрегат; паровой котел со вспомогательным оборудованием, трубопроводами, предохранительной и регулирующей арматурой; системы отопления, вентиляции, электроснабжения, КИП и автоматики. Оборудование размещается в основном по функциональным признакам в следующих транспортных блоках:

- блок парового котла;
- блок насосов водоподготовительного отделения;
- блок ионообменных фильтров;
- блок деаэратора;
- блок электронасосного агрегата;
- блок вентиляторов;
- блок управления;
- блок аммонирования и трилонирования.

#### Комплект поставки:

- котел паровой;
- блок вентиляторный;
- блок ионообменных фильтров;
- блок насосов водоподготовительного отделения;
- блок деаэратора;
- блок электронасосного агрегата;
- блок управления и электрощитовой;
- узел аммонирования и трилонирования;
- электрооборудование установки;
- автоматика и КИП установки;
- труба дымовая;

Установленные на подготовленные фундаменты и соединенные откидными стенками кузовов и помостами, блоки образуют единое помещение. Блоки, соединенные и обвязанные между собой трубопроводами, газовоздуховодами, кабелями электроснабжения, системами КИПиА и подключенные к внешним системам трубопроводов высокого давления, водоснабжения, подачи топлива к внешним источникам питания, к распределительным пунктам и трансформаторной подстанции, образуют энергетический комплекс, генерирующий пар высокого давления.

- короб воздушный;
- короб газовый;
- трубопровод в пределах установки;
- каркас здания котельной с обшивкой;
- помосты и лестницы Траверса\*;
- узлы монтажные;
- комплект запасных частей;
- комплект эксплуатационной и технической документации.

\* Поставляется по требованию заказчика при оформлении договора.



## 8.2 Детали и узлы магистральных промысловых трубопроводов

ТКЗ изготавливает и поставляет детали соединительные и узлы трубопроводов на рабочее давление до 12 МПа, предназначенные для линейных участков трубопроводов, технологических обвязок насосных и компрессорных станций и других трубопроводных систем нефтяной и газовой промышленности, транспортирующих неагрессивные нефть, нефтепродукты и газ. Детали и узлы изготавливаются по ТУ 1469-071-05764432-2012 «Соединительные детали магистральных нефтепроводов»,

ТУ 1469-078-05764432-2015 «Соединительные детали для магистральных и промысловых трубопроводов», ТУ 1469-072-05764432-2013 «Узлы монтажные для магистральных трубопроводов на рабочее давление до 11,8 МПа и промысловых трубопроводов на рабочее давление до 16,0 МПа», ТУ 1469-073-05764432-2014 «Соединительные детали и монтажные узлы с наружным антикоррозионным покрытием для магистральных и промысловых трубопроводов».

### Тройники штамповарные (ТШС)

Наименование	Толщина, мм
ТШС 530x159	16-22
ТШС 530x219	16-22
ТШС 530x325	18-22
ТШС 530x426	20-22
ТШС 530x530	22
ТШС 720x159	18-22
ТШС 720x219	18-28
ТШС 720x325	20-28
ТШС 720x426	20-28
ТШС 720x530	20-28
ТШС 720x720	28
ТШС 820x159	20-22
ТШС 820x219	20-28
ТШС 820x325	20-28
ТШС 820x426	20-28
ТШС 820x530	20-28
ТШС 820x720	28
ТШС 1020x159	22
ТШС 1020x219	20-36
ТШС 1020x325	20-44
ТШС 1020x426	20-44
ТШС 1020x530	20-44
ТШС 1020x720	24-44
ТШС 1020x1020	32-44
ТШС 1220x159	20-22
ТШС 1220x219	24-36
ТШС 1220x325	24-44
ТШС 1220x426	24-44
ТШС 1220x530	24-52
ТШС 1220x720	24-52
ТШС 1220x1020	24-60
ТШС 1220x1220	48-60
ТШС 1420x159	30-36
ТШС 1420x219	30-36
ТШС 1420x325	30-44
ТШС 1420x426	30-44
ТШС 1420x530	30-52
ТШС 1420x720	30-52
ТШС 1420x1020	30-60
ТШС 1420x1220	48-60
ТШС 1420x1420	52-60

### Отводы крутоизогнутые штамповарные (ОКШ) 1,5DN (30°, 45°, 60°, 90°)

Наименование	Толщина, мм	D нар. отводов, мм
ОКШС 530	22	540
ОКШС 720	14	724
	18	724
	22	730
	28	730
ОКШС 1020	20	1024
	25	1024
	30	1032
	36	1032
ОКШС 1220	44	1032
	28	1224
ОКШС 1420	36	1230
	48	1432

### Днища штампованные (ДШ)

Наименование	Толщина, мм	D нар. днищ, мм
ДШ 530	10	530
	14	534
	18	534
ДШ 720	14	728
	22	728
ДШ 1020	22	1024
	30	1030
ДШ 1220	28	1230
ДШ 1420	36	1432

## 8.3 Реакторы

Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	378,3
Срок службы, лет	10
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69	У1
Рабочее давление, МПа	2,5
Расчетное давление, МПа	2,5
Пробное давление, МПа	3,3
Расчетная температура стенки, °C	100
Объем, м <sup>3</sup>	32,97
Рабочее давление*, МПа	0,6
Расчетное давление*, МПа	0,6
Пробное давление*, МПа	0,8
Расчетная температура стенки*, °C	90
Объем*, м <sup>3</sup>	25,884

\* – параметры для корпуса.

## 8.4 Кипятильник выпарного аппарата

Наименование	Кипятильник выпарного аппарата
Рабочее давление, МПа	0,05
Расчетное давление, МПа	0,09
Расчетная температура стенки, °C	180
Максимальная рабочая температура, °C	180
Минимальная температура, °C	-50
Группа аппарата	1
Расчетный срок службы, лет	20
Рабочее давление*, МПа	0,8
Расчетное давление*, МПа	0,88
Расчетная температура стенки, °C*	180
Максимальная рабочая температура, °C*	180
Минимальная температура, °C*	-50
Группа аппарата*	4
Поверхность теплообмена для трубной системы и корпуса, м <sup>2</sup>	591

\* – параметры для корпуса.

## 8.5 Трубчатые печи нагрева нефти

Печь трубчатая предназначена для нагрева водонефтяных эмульсий (ВНЭ) в системах транспорта, деэмульсации нефти. Может быть использована для подогрева воды, нагрева ВНЭ в битумном

производстве. Обеспечивает плавный нагрев среды в зависимости от расхода в трубах. Печь предназначена для работы в районах с умеренным, холодным и тропическим климатом.

### Техническая характеристика печи ТП-1,5

Номинальная теплопроизводительность, Гкал/час (МВт)	1,5 (1,74)
Среда нагреваемая	водонефтяная эмульсия (ВНЭ)
Температура среды на входе в печь, °С	25-30
Температура среды на выходе из печи, °С	60-70
Рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	4,0 (40)
Гидравлическое сопротивление печи, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,5 (5)
Номинальный расход ВНЭ, т/ч	70
Номин. расход природного газа, Нм <sup>3</sup> /ч	230
Номин. давление природного газа перед горелкой, кПа (кгс/м <sup>2</sup> )	1,5 (150)
Температура в топке печи, °С	1920
Температура уходящих газов, °С	420
Поверхность нагрева, м <sup>2</sup>	80
Внутренний объем поверхностей нагрева, м <sup>3</sup>	2,06
Масса печи общая, кг	12500
Габаритные размеры, мм	
– длина	4030
– ширина	2650
– высота	4296

Примечание: поддержание номинальных параметров обеспечивается при использовании расчетного топлива.

Соблюдение требований инструкции по эксплуатации, разрабатываемой генпроектировщиком. Печь трубчатая рассчитана для работы на природном газе с теплотворной способностью, конструкция печи обеспечивает нормальную работу под разрежением.

Примечание: все комплектующие изделия могут быть заменены на другие (с аналогичными характеристиками) не влияющими на работоспособность печи в целом.

#### Комплект поставки:

- печь с обмуровкой, изоляцией и обшивкой – 1 шт.;
- горелка газовая – 1 шт.;
- горелка запальная – 1 шт.;
- коробка газовые – 1 комплект;
- техническая документация (паспорт и отгрузочная документация) – 1 комплект.

## 8.6 Конденсатор вакуумный

### Конденсатор вакуумный 1200КВКГ-1-М10/25Г-4-6

Рабочее давление трубной системы, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,4 (4)
Рабочее давление корпуса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,002 (0,02)
Условное давление трубной системы, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,6 (6)
Условное давление корпуса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,6 (6)
Расчетное давление трубной системы, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,6 (6)
Расчетное давление корпуса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,55 (5,5)
Расчетная температура стенки трубной системы, °С	100
Расчетная температура стенки корпуса, °С	200
Объем трубной системы, м <sup>3</sup>	2,43
Объем корпуса, м <sup>3</sup>	3,67
Масса, кг	8484
Рабочая температура стенки трубной системы, °С	36,5
Рабочая температура стенки корпуса, °С	64
Минимальная рабочая температура, °С	-40
Температура среды трубной системы, вход/выход, °С	25/40
Температура среды корпуса, вход/выход, °С	140/35
Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	271
Число ходов по трубам	6
Группа аппарата по ОСТ 26.291-94	5а
Срок службы, лет	10
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69-УЗ	

#### Рабочая среда в корпусе

Наименование и состав	диэтилен гликол 99,5%, орг.
Коррозионные свойства	некоррозионная
Взрывоопасность	взрывоопасная
Пожароопасность	пожароопасная
Класс опасности по ГОСТ 12.1.007	3
Физическое состояние	газ

Рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	7,5 (75)
Расчетное давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	7,5 (75)
Пробное давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	12,8 (128)
Расчетная температура стенки, °С	350
Объем, м <sup>3</sup>	1,5
Масса, кг	9840
Рабочая температура стенки, °С	280
Минимальная допустимая отрицательная температура стенки, °С	-30
Группа аппарата по ОСТ 26.291-94	1
Срок службы, лет	20

#### Рабочая среда в трубной системе

Наименование и состав	вода обратная
Коррозионные свойства	коррозионная
Взрывоопасность	невзрывоопасная
Пожароопасность	непожароопасная
Класс опасности по ГОСТ 12.1.007	нетоксичная
Физическое состояние	жидкость

## 8.7 Автоклав

Автоклав V=1,5 м³

Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69-УЗ.

### Рабочая среда

Наименование и среда	сера 180 кг, анилин 580 л, нитробензол 40,5 л, сероуглерод 486 л
Конечный продукт	2-меркоптобензтиозол
Коррозионные свойства	скорость коррозии не более 1,2 мм/год
Взрывоопасность Пожароопасность	IICT6 (по сероуглероду) ГОСТ 51330.19-99
Физическое состояние	жидкость
Прибытка для компенсации коррозии, мм	24
Количество циклов нагружения давлением до P <sub>раб</sub> за срок службы не более	14600

### Выход продукта

Выход продукта в жидкой фазе	каптакс	90%
	смолы каптакса	10%
Выход продукта в газообразной фазе	сероводород	70%
	сероуглерод	7%
	окись углерода	7%
	углекислый газ	16%
Граница раздела фаз	70% по высоте	
Масса съемной части, кг	2100	

## 8.8 Аппараты теплообменные кожухотрубчатые

Аппараты изготавливаются в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» Ростехнадзора и ОСТ 26-291-94 по техническим условиям ОАО «ВНИИНЕФТЕМАШ», ДАО ЦКБН и других

проектных организаций. Возможно выполнение рабочих проектов и изготовление практически любого нестандартного оборудования по техническим проектам, разработанным специализированными организациями.

Наименование	ТУ3612-007-00220302 КВНГ, КВКГ, КВНВ, КВКВ	ТУ3644-006-00220302-99 ИХ1, КХ	ТУ3612-005-00220302-99 ИНТ1, ИНТ2, ИКТ1, ИКТ2, ИПТ	ТУ3612-024-00220302-02 ТНГ, ТНВ, ТКГ, ТКВ, ХНГ, ХНВ, ХКГ, ХКВ	ТУ3612-023-00220302-01 ТПГ, ТПВ, ХПГ, ХПВ, КП, ТУ	ТУ3612-013-00220302-99 ИП, ИУ
Диаметр внутренний, мм	600; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000	400; 600; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000	600; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000; 2200	Дн159; Дн273; Дн325; Дв400; Дв600; Дв800; Дв1000; Дв1200	Дн325; Дв400; Дв600; Дв800; Дв1000; Дв1200; Дв1400	800; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000
Длина трубы, мм	3000; 4000; 6000	3000; 4000; 6000	2000; 3000; 4000; 6000	1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 6000; 9000	3000; 6000; 9000	6000
Давление условное, МПа	0,6	0,6; 1,0; 1,6; 2,5	1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3	0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0	0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3	1,0; 1,6; 2,5; 4,0
Температура рабочая минимальная, °С	-20	-40	-40	-40	-30	-30
Температура рабочая максимальная, °С	200	350	350	350	450	450
Поверхность теплообмена минимальная, м²	35	21	40	1	10,4	38
Поверхность теплообмена максимальная, м²	1444	1485	1240	788	1369,7	585
Диаметр теплообменных труб	25	25	25	20; 25	20; 25	20; 25
Толщина стенки теплообменных труб	2	2	2; 2,5	2; 2,5	2; 2,5	2; 2,5

## 8.9 Днища эллиптические для емкостного оборудования

ТКЗ изготавливает и поставляет днища эллиптические для емкостного оборудования различного назначения.

Диаметр внутр., мм	Толщина стенки, мм	Высота сферической части, h	Соответствие НТД
293*	3	65	Оригинальный чертеж
325*	6; 8; 10	81	ГОСТ 6533-78
400	8; 10	100	ГОСТ 6533-78
426*	10	106	ГОСТ 6533-78
480*	3	99	Оригинальный чертеж
	4; 5	99	Оригинальный чертеж
500	12; 20; 36	125	ГОСТ 6533-78
600	12	150	ГОСТ 6533-78
	20	150	ГОСТ 6533-78
700	14; 16; 22; 28	175	ГОСТ 6533-78
720*	10	180	ГОСТ 6533-78
800	10; 16; 20; 22; 25; 30; 32; 36	200	ГОСТ 6533-78
820*	8	205	ГОСТ 6533-78
1000	8; 10; 16; 20; 32; 36; 50; 60	250	ГОСТ 6533-78
1020*	10	255	ГОСТ 6533-78
1100	24; 36	275	Оригинальный чертеж
	40	330	СТО ЦКТИ 10.001-2005
	8; 10; 16	300	ГОСТ 6533-78
1200	24; 26	300	Оригинальный чертеж
	32; 40; 55	300	ГОСТ 6533-78
	24	325	Оригинальный чертеж
1300	25; 32	325	ГОСТ 6533-78
	44	325	Оригинальный чертеж
1400	8; 10; 16; 36	350	ГОСТ 6533-78
	42	350	Оригинальный чертеж
1500	10; 12; 16; 20; 22	375	ГОСТ 6533-78
	24	375	Оригинальный чертеж
	30; 32; 36; 40; 45	375	ГОСТ 6533-78
1600	8	320	ГОСТ 6533-78
	16; 20	400	ГОСТ 6533-78
	24	400	Оригинальный чертеж
	32; 45	400	ГОСТ 6533-78
	106; 115	550	СТО ЦКТИ 10.001-2005
1700	16; 22; 32; 50	425	ГОСТ 6533-78
1800	16; 25; 30	450	ГОСТ 6533-78
2000	8; 10; 12	400	ГОСТ 6533-78
	16; 22; 32; 45; 60; 80	500	ГОСТ 6533-78
2200	10; 14	440	ГОСТ 6533-78
	22; 32; 40; 45	550	ГОСТ 6533-78
2400	16; 32; 40; 60; 70	600	ГОСТ 6533-78
2600	10; 12; 14	520	ГОСТ 6533-78
	22; 40; 60; 80	650	ГОСТ 6533-78
2800	22; 40; 60; 80	700	ГОСТ 6533-78
3000	12; 14	600	ГОСТ 6533-78
	55; 80	750	ГОСТ 6533-78
3200	12; 20; 36; 50	800	ГОСТ 6533-78
3400	12; 14; 16	680	ГОСТ 6533-78
	25; 36	850	ГОСТ 6533-78

\* – наружный диаметр.



## 8.10 Котел-утилизатор поз. 103-С

Котел-утилизатор поз. 103-С 1-й ступени конверсии оксида углерода предназначен для утилизации тепла конвертированного газа после высокотемпературного конвертора в технологических линиях по производству аммиака. Котел-утилизатор –

газотрубный, горизонтально установленный аппарат, предназначенный для выработки пара. Греющий газ движется по трубному пространству, испарение котловой воды осуществляется в межтрубном пространстве (корпусе).

Паропроизводительность, т/ч		35,2
Среда межтрубного пространства (обогреваемая)		Котловая вода – пар
Среда трубного пространства (греющая)		Конвентированный газ, % (N <sub>2</sub> -22,3; Ar-0,28; H <sub>2</sub> -57; CO-12,63; CO <sub>2</sub> -7,38; CH <sub>4</sub> -0,345)
Температура греющей среды, °C	На входе	430
	На выходе	332
Температура обогреваемой среды, °C	На входе	313,9
	На выходе	313,9
Температура стенки, °C	Межтрубного пространства расчетная	330
	Трубного пространства расчетная (вход/выход)	485/350
	Находящейся под давлением, минимальная	0
Давление греющей среды, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Рабочее	3,02 (30,8)
	Расчетное	3,48 (35,5)
	Пробное гидравлическое	6,57 (67)
Давление обогреваемой среды, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Рабочее	10,51 (107,2)
	Расчетное	11,57 (118)
	Пробное гидравлическое	19,5 (199)
Поверхность теплообмена, м, не менее		450
Количество труб (диаметр/толщина стенки/длина, мм)		25/4/4267
Внутренний диаметр обечайки корпуса, мм		1450
Прибавка для компенсации коррозии, мм		3,2
Температура окружающей среды во время эксплуатации, °C	максимальная	+35
	минимальная	-41
	наиболее холодной пятидневки	-26
Количество циклов нагружения за весь срок службы, не более		1000
Срок безотказной работы до технического освидетельствования, лет, не менее		8
Срок службы, лет, не менее		20

Характеристика рабочей среды	Межтрубное пространство	Трубное пространство
Взрывоопасность	Нет	Да
Пожароопасность	Нет	Да
МКК	Не вызывает	Не вызывает
Коррозионное растрескивание	Не вызывает	Не вызывает

## 8.11 Аккумуляторы пара

Аккумуляторы пара предназначены для совместной работы с котлом-утилизатором, использующим тепло отходящих газов конверторных установок на металлургических предприятиях, и служат для выравнивания пиковых нагрузок котла путем отбора избыточного пара во время продувок конверторов и последующей отдачи аккумулированного пара потребителю в периоды между продувками конверторов.

Производительность, т/ч	38,5
Давление пара, МПа	4,6
Диаметр, мм	3110
Длина, мм	17910
Масса, т	91,4

## 9. НЕСТАНДАРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### 9.1 Сосуды МНУ

Маслонапорные установки предназначены для питания маслом под давлением гидравлической части системы автоматического регулирования гидротурбины для гидроэлектростанций (ГЭС). Сосуды масловоздушные представляют собой сварные цилиндрические вертикальные аппараты с эллиптическими днищами. Сосуды оборудованы лазерным затвором, опорным фланцем для установки на фундамент, штуцерами для присоединения

трубопроводов, приборами контроля и автоматики, устройствами для транспортировки. Сосуды изготавливаются на номинальное давление рабочей среды 2,5, 4,0 и 6,3 МПа. Конструкция сосудов удовлетворяет требованиям технического регламента Таможенного союза на оборудование работающее под избыточным давлением ТР ТС 032/2013.

Тип	Масло-воздуш.	Воздуш.	Масло-воздуш.	Воздуш.	Масло-воздуш.	Воздуш.	Масло-воздуш.	Масло-воздуш.	Воздуш.	Масло-воздуш.	Масло-воздуш.	Масло-воздуш.	Масло-воздуш.
Вместимость, м³	6,3		15		3,2		4		2,7		15,0		10
Габариты DxH, мм	1472x	1472x	2560x	2560x	1080x	1080x	1472x	1064x	1064x	2480x	2480x	1472x	1472x
	4725	4545	4133	3880	5020	5020	3417	4228	4228	4133	3880	6985	6985
Масса, кг	6575	6575	10494	10345	5310		3831	3187	3142	10494	10494	9195	9043
Рабочее давление, МПа (кгс/см²)	6,3 (63)		4,0 (40)		6,3 (63)		4,0 (40)	6,3 (63)		4,0 (40)		6,3 (63)	
Расчетное давление, МПа (кгс/см²)	6,3 (63)		4,0 (40)		6,3 (63)		4,0 (40)	6,3 (63)		4,0 (40)		6,3 (63)	
Пробное давление, МПа (кгс/см²)	8,0 (80)		5,0 (50)		10,5 (105)		5,0 (50)	7,9 (79)		5,0 (50)		7,9 (79)	
Наименование рабочей среды	масло турбин., воздух	воздух	масло турбин., воздух	воздух	масло турбин., воздух	воздух	масло турбин., воздух	масло турбин., воздух	воздух	масло турбин., воздух	воздух	масло турбин., воздух	воздух
Рабочая температура среды, °С	+10...+40		+10...+50		+10...+40		+10...+50	+10...+40		+10...+50		+10...+40	
Расчетная температура стенки, °С	+40		+50		+40		+50	+40		+50		+40	

## 10. СЕРВИС

### 10.1 Сервис действующего котельного оборудования

- Реконструкция котельного и котельно-вспомогательного оборудования с целью повышения проектных показателей, в частности, паропроизводительности, КПД котлоагрегата, снижение выбросов.
- Модернизация и замена оборудования других производителей.
- Проектирование и поставка оборудования в рамках проводимой модернизации, реконструкции.
- Гарантийное и постгарантийное обслуживание.
- Заключение долгосрочных сервисных договоров, с гарантированием согласованных показателей работы котлоагрегатов.
- Техническое сопровождение планово-предупредительных ремонтов. Участие в дефектации основных узлов оборудования.
- Оперативное сервисное обслуживание.
- Оказание технической помощи, в том числе шеф-персоналом, при проведении неплановых ремонтов, участие в расследовании причин повреждения оборудования.
- Составление и согласование плана обследования оборудования и выдача технических решений в соответствии с годовым графиком ремонта.
- Поставка запасных частей и котельно-вспомогательного оборудования. Участие в формировании заявочных спецификаций на запасные части.
- Оценка оптимального срока продления эксплуатации по результатам диагностирования и специальных расчетов.

## 10.2 Сервис при поставках оборудования котельного острова

- Техническое руководство монтажом, пусконаладочными работами и сдача в эксплуатацию оборудования.
- Техническое руководство наладочными работами по отдельным видам оборудования.
- Гарантийное обслуживание, участие в плановых ремонтах, разработка технологий ремонта.
- Решение проблемных вопросов эксплуатации, помощь в освоении эксплуатационных режимов на головном и вновь вводимом оборудовании.
- Доводка головных образцов оборудования после монтажа.
- Обучение персонала заказчика, его подрядчиков, консультационные услуги.
- Послегарантийное сервисное обслуживание оборудования, эксплуатирующегося в рамках установленного срока службы, направленное на поддержание котла и вспомогательного оборудования в технически исправном состоянии, обеспечение технической готовности и гарантийных показателей.
- Авторский надзор.

## 10.3 Инжиниринговые услуги

- Обследование и диагностика котельного и котельно-вспомогательного оборудования для оценки его технического состояния, условий эксплуатации, возможных сроков продления и определения условий для этого.
- Разработка специальных технических предложений по результатам обследования на основе технико-экономического анализа или предложений заказчика.
- Проведение специальных испытаний энергетического оборудования или отдельных его частей по предложениям заказчика.
- Оказание консультационных услуг, в том числе с выездом на объект шеф-персонала, по решению технических вопросов, возникших в процессе эксплуатации и технического обслуживания.
- Разработка и выполнение долгосрочной программы поддержания оборудования в текущем состоянии или модернизации котельных установок.

## 10.4 Наладочные работы

- Выявление технического состояния и условий эксплуатации котельных установок электростанций.
- Регулировка подвесной системы котлов.
- **Работы на стендовом оборудовании:**
  - Огневые испытания газовых горелок мощностью до 5 МВт.
  - Огневые испытания запальных устройств энергетических горелок.
  - Огневые испытания промышленных котлов мощностью до 5 МВт.
  - Аэродинамические испытания моделей топок, газогорелочных устройств.
  - Тарировка и доводка форсунок до обеспечения требований ГОСТ.

## ОАО ТКЗ «КРАСНЫЙ КОТЕЛЬЩИК»

Россия, 347900, Ростовская область,  
Таганрог, ул. Ленина, 220  
Тел.: +7 (8634) 31-36-01

Дирекция по сбыту  
Тел.: +7 (8634) 34-29-51  
Факс: +7 (8634) 31-63-07

E-mail: [postmaster@tkz.su](mailto:postmaster@tkz.su)  
[www.tkz.su](http://www.tkz.su)